

# 相對論號

第三卷第八號

## 要目

安斯坦相對論淺釋……夏元瑮
安斯坦相對主義……徐志摩
相對律上之物質觀與自然律……王崇植
相對律……王崇植
讀都介爾之集合心理……延陵

國立南京圖書館

中華書局發行


# 教育彙刊 第一集出版 定價四角

南京高等師範教育會研究出版

（論著）

余所抱教務行政之信條……鄭宗海
地方教育行政爲一種專門事業……陶知行
編輯教科書之原則……徐則陵
省教育長官應用何法產出？……王克仁
中等學校校長應取之態度及方針……周邦道
民國九年之教育……楊效春

（研究）

本能的社會化……陸志韋
兒童之好問心與教育……陳鶴琴
設計的教學法……俞子夷
設計教學法之意義……曹芻
小學教員的生計……邰爽秋
兩性教育之研究……林昭音
教育上興趣之研究……羅廷光
興趣兒童教育……顧克彬
教學上之類化作用……李勉韶
懲罰問題……沈振聲
小學校兒童圖書館之研究……胡昌才

**譯述**

俄國教育……林振華
美國葛雷學校制度……王衍康
怎樣可以教學生自動和創造……張鑄

**講壇**

教育家通常所犯名學上的錯誤……陸志韋
教育上之國家主義……徐則陵
編輯兒童用書與兒童心理……陳鶴琴
兒童用書問題……俞子夷
圖書館與教育……戴志騫

**辯論**

神話教材問題……周邦道記
教育廳長之產出問題……李勉韶記

**餘載**

本會概況與會務……

**插圖** 南京高師攝影兩幅 南高附小攝影四幅 關於「美國葛雷學校制度」一篇的插圖九幅

# 改造第三卷第八號目錄


一 安斯坦相對論淺釋……夏元瑮（一——四八）

二 安斯坦相對主義……徐志摩（四九——六四）

三 相對律上之物質觀與自然律……王崇植（六五——七四）

四 相對律……王崇植（七五——八八）

五 讀都介爾之集合心理……延　陵（八九——一〇〇）

六 烏托邦叢談……大泉譯（一〇一——一〇八）

# 一年之計在扵春







春日為始業期萬事胥由此發軔凡百君子應吸大愛國烟以其能提起愛國精神也

中國南洋兄弟煙草公司

# 習字的捷徑

## 碑帖墨蹟

### 分類習字帖

分類習字帖係輯宋元明精拓諸名家法帖刪其剝蝕重複之字分類排比由簡而繁初學易於臨摹

| | | |
|---|---|---|
| 宋拓夫子廟堂碑分類習字帖 | 一冊 | 一角半 |
| 宋拓九成宮分類習字帖 | 一冊 | 一角半 |
| 宋拓多寶塔分類習字帖 | 一冊 | 一角半 |
| 宋拓玄秘塔分類習字帖 | 一冊 | 一角半 |
| 宋拓大麻姑仙壇記分類習字帖 | 一冊 | 二角 |
| 明拓聖教序分類習字帖 | 一冊 | 一角半 |
| 未斷本皇甫君碑分類習字帖 | 一冊 | 一角半 |
| 舊拓道教碑分類習字帖 | 一冊 | 二角 |
| 舊拓蘇東坡司馬溫公碑分類習字帖 | 一冊 | 二角 |

### 金屬版印 名人真蹟

| | | |
|---|---|---|
| 趙文敏妙嚴寺記楷書真蹟 | 一冊 | 五角 |
| 文待詔滕王閣序真蹟 | 一冊 | 二角 |
| 祝枝山赤壁賦真蹟 | 一冊 | 三角半 |
| 孫雪居行楷真蹟 | 一冊 | 二角半 |
| 王虛舟隸書千字文真蹟 | 一冊 | 三角半 |
| 王虛舟鄧盞表真蹟 | 一冊 | 六角 |
| 翁覃溪邱盞表真蹟 | 一冊 | 二角 |
| 翁覃溪杏林雅集圖記真蹟 | 一冊 | 二角 |
| 劉石菴行楷四種真蹟 | 一冊 | 四角半 |
| 梁山舟祭弟文真蹟 | 一冊 | 三角半 |
| 王夢樓顏氏壽序真蹟 | 一冊 | 一元 |
| 錢南園正氣歌真蹟 | 一冊 | 六角 |
| 陳曼生許大夫誌真蹟 | 一冊 | 三角 |
| 王惕甫 曹墨琴 夫婦真蹟 | 一冊 | 三角 |
| 包慎伯論書詩真蹟 | 一冊 | 二角半 |
| 高爽泉楷書兩種真蹟 | 一冊 | 三角半 |
| 戴文節百字箴真蹟 | 一冊 | 二角半 |
| 戴文節行楷三種真蹟 | 一冊 | 三角 |
| 吳清卿臨彝器款識真蹟 | 一冊 | 六角半 |
| 楊濠叟篆書詩經真蹟 | 一冊 | 五角 |
| 趙撝叔篆書漢鐃歌真蹟 | 一冊 | 二角半 |
| 趙撝叔南唐四百九十字真蹟 | 一冊 | 三角半 |
| 翁松禪尺牘真蹟 | 十二冊 | 六元 |
| 漢園令趙君碑 片子四元 | 裱軸加一元八角 | |
| 珂羅版印全碑 | 四冊 | 十元 |
| 唐拓順陵碑孤本金屬版印全碑 | 四冊 | 四元 |
| 金屬版印集字 | 一冊 | 一元二角 |

### 精印 舊拓本

| | | |
|---|---|---|
| 宋拓顏真卿多寶塔 | 一冊 | 三角 |
| 唐拓顏真卿李元靖碑 | 一冊 | 一元 |
| 精拓柳公權玄秘塔 | 一冊 | 三角半 |
| 唐拓敦煌石室柳公權金剛經 | 一冊 | 四角 |
| 精拓歐陽詢九成宮 | 一冊 | 二角 |
| 唐拓九成宮醴泉銘 | 一冊 | 二角 |

# 小孩看的書

## 中華故事

已出十册　每册一角

本書材料活潑而富興趣。絕無枯燥之弊。並按課繪成精圖。加以說明。文字淺顯。圖畫明瞭。且每課事實。皆本諸經史子集。無一字無來歷。無一事不正確。兒童平時觀覽。既可裨益性情。將來作文。又可補充資料。家庭教育。幼稚教授。及小學校學生自修。均極適宜合用。

## 小小說

已出五十餘種

每種定價五分

小小說的材料，都從著名的說部書裏邊取來。像歷史，故事，滑稽，神怪，義俠，無一不有。已出了五十餘種，每種都用簡明的白話文編成。現在盛行語體文的時代，看了這種小小說，既可以消遣消遣，也可以曉得語體文的門徑，豈不兩便麽？

| | | | |
|---|---|---|---|
| 長板坡 | 過五關 | 戰猇亭 | 火燒葫蘆谷 |
| 牛頭山 | 火燒赤壁 | 泥馬渡康王 | 王佐斷臂 |
| 潞安州 | 花果山 | 瘋僧罵秦 | 潯陽江 |
| 十字坡 | 風波亭 | 紅孩兒 | 武松打虎 |
| 火燒草料場 | 大鬧五臺山 | 鴛鴦樓 | 連環洞 |
| 劈羅眞人 | 旅店除奸 | 蓮花化身 | 花蝶 |
| 秦瓊賣馬 | 火燒安樂村 | 君子國 | 火燄山 |
| 大破濟陽城 | 酒中仙 | 假仙師 | 無底洞 |
| 天河怪 | 教場打拳 | 鬧天宮 | 五龍陣 |
| 大鬧酒樓 | 四神洞 | 瀧晉關 | 混世魔王 |
| 義士贈刀 | 讀書刺股 | 甕中人 | 大破混元錘 |
| 龍圖奇案 | 大猴山 | 瘋頭和尚 | 陳琳救主 |
| 草木皆兵 | 狄青比武 | 天門陣 | 八卦陣 |
| 烏江自刎 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| 彩圖方字（附教授法） | 一盒 | 八角 |
| 五彩精印中華幼稚識字課本 | 三册 | 每册一角 |
| 五彩精印中華幼稚識數課本 | 一册 | 一角 |
| 幼稚識數課本教授書 | 一册 | 一角 |
| 幼稚國文 | 一册 | 五分 |
| 英文字課圖說 | 第一册（圖）二角<br>第二册（字）三角 | |
| 中華初等尺牘 | 一册 | 一角 |
| 中華普通學生尺牘 | 二册 | 二角半 |
| 註釋中華普通學生尺牘 | 二册 | 四角 |
| 評註中華女子尺牘 | 二册 | 二角半 |

# 中華書局出版

## 文體

吾國文學匯於四部卷帙繁浩未易卒讀茲集經史子集爲各種精華加以評點章法清晰句讀分明實爲四部之總鑰文學之初桄

| | | |
|---|---|---|
| 禮記精華 | 一冊 | 二角 |
| 公羊傳精華 | 一冊 | 二角 |
| 穀梁傳精華 | 一冊 | 一角半 |
| 國語精華 | 二冊 | 三角 |
| 戰國策精華 | 三冊 | 四角半 |
| 老子精華 | 一冊 | 一角 |
| 莊子精華 | 二冊 | 四角 |
| 管子精華 | 一冊 | 二角半 |
| 墨子精華 | 一冊 | 一角半 |
| 列子精華 | 一冊 | 一角半 |
| 孟子精華 | 一冊 | 三角 |
| 荀子精華 | 一冊 | 二角 |
| 韓非子精華 | 一冊 | 二角半 |
| 淮南子精華 | 二冊 | 三角 |
| 史記精華 | 八冊 | 一元二角 |
| 漢書精華 | 八冊 | 一元二角 |
| 文選精華 | 一冊 | 三角 |
| 古今小品精華 | 二冊 | 五角 |
| 杜詩精華 | 一冊 | 二角半 |
| 蘇詩精華 | 一冊 | 二角 |
| 古文辭類纂精華 | 六冊 | 一元 |

**作文類典** 布面一冊 二元四角

本書分三百數十類凡文字上應用之典故事實以及各科學術之普通名詞無不完備臨文需材依類尋覓不難得心應手

**論說大觀** 廿四冊 三元

本書甄錄古今名作三千餘首既富且備編首并附文體說略於各種文體之源流言之綦詳讀之可知其梗概

**古今文綜** 四十冊 本國紙十四元 洋紙十九元

本書注重實用不分駢散上自三代下至近世別爲六部十二類更晰子目確定統系綜貫比較其選擇之精體裁之備實空前未有

**評註音釋續古文辭類纂** 八冊 定價二元

湘南王益吾集此書文家早有定評茲覓得原刻本并各家專集散集諸精本互勘對校加以總評眉評及詳細之音注精確之圈點爲研究近世文學之津

| | | |
|---|---|---|
| 作文指南 | 四冊 | 四角 |
| 評註古文讀本 | 六冊 | 六角 |
| 分級古文讀本 | 七冊 | 一元三角半 |
| 評點分省小學國文成績選粹 | 八冊 | 一元六角半 |
| 評註論說初階 | 四冊 | 三角 |
| 古文比 | 四冊 | 九角 |
| 中國大文學史 | 一冊 | 三元 |
| 中國六大文豪 | 一冊 | 一元八角 |
| 中國婦女文學史 | 一冊 | 一元四角 |
| 常識文範 | 四冊 | 一元四角 |
| 詩學指南 | 一冊 | 三角 |
| 詞學指南 | 一冊 | 二角半 |
| 駢文指南 | 一冊 | 二角半 |
| 梁任公先生手定飲冰室全集 | 連史紙四十八冊 | 十二元 |
| 又縮本 | 四十八冊 有光紙 / 連史紙 | 四元 / 六元 |
| 最新中華尺牘大全 | 布面一冊 / 紙面三冊 | 一元三角 / 一元 |
| 分類歷代尺牘選粹 | 精裝一冊 / 並四冊 | 二元五角 / 二元 |
| 古今尺牘大觀 | 上中編各十二冊 | 各二元 |
| 尺牘釋例 | 布面一冊 / 紙面一冊 | 一元二角 / 九角 |
| 中華應用文件大全 | 布面一冊 | 一元 |

## 語體

**國語文類選** 四冊 二元

此書選集現今最流行之國語文分文學思潮婦女哲學倫理社會教育法制經濟科學十類作者如胡適蔡元培蔣夢麟張東蓀張一麐胡漢民新文學大家卅餘人

**語體文法** 一冊 三角

此書內容將語體文組織法詳解明白凡名詞代名詞形容詞動詞副詞介詞連詞助詞感嘆詞複詞之用法單句複句之連綴法與標點用法逐段分述極易領悟

**通俗文類鈔** 一冊 二角

本書採集備釋各家語錄歷代名家詞詩尺牘均有文有質俗不傷雅可作通俗文之模範

| | | |
|---|---|---|
| 白話小說文範 | 全一冊 | 四角 |
| 白話唐人七絕百首 | 全一冊 | 二角半 |
| 白話商業尺牘 | 全一冊 | 二角 |
| 白話學生尺牘 | 全一冊 | 三角 |

# 新文化叢書 哲學叢書 特價預定

本局爲介紹新文化及歐美哲學學說起見特編譯叢書陸續出版所選均係名著又由專家譯述實爲現在人人必讀之書中等以上學校之教員學生尤宜人手一編以免知識破產惟陸續購取一不經意不免重複遺漏本局爲便利顧客起見特訂預定辦法

一、預定新文化叢書及哲學叢書先付銀十元由本局給予收條一紙

二、已出之書聽憑選購以後新出者如係全要請預行知照當於出版時寄上如欲選擇惠臨或通訊均可

三、一律照定價六折計算取滿預付之款爲止

四、此種辦法以上海總店爲限惠顧者請與定書課接洽

五、外埠郵費另加一成

六、茲將已出及已定各書列下續編譯者續佈

## 新文化叢書

思維術 一冊七角 劉伯明譯

赫克爾一元哲學 二冊一元二角 馬君武譯

達爾文物種原始 四冊二元八角 馬君武譯

羅素政治理想 一冊三角 劉衡如 吳蔚人 合譯

倭鏗 人生之意義與價值 一冊四角 余家菊譯

歐洲政治思想小史 一冊五角 高一涵編

女性論 一冊四角 馮飛編

社會問題概觀 二冊八角 周佛海譯

社會主義運動 沈澤民譯

社會問題總覽 李達譯

現代理想之衝突 王[illegible] 李[illegible] 合譯

遺產之廢除 潘公展譯

農業政策 馬君武譯

學校與社會 劉國鈞譯

唯物史觀解說 李達譯

## 哲學叢書

實驗主義 方東美譯 一冊二角五分

亞里斯多德 劉衡如譯 一冊四角五分

霍布士 劉衡如譯 印刷中

斯賓塞爾 謝循初譯 印刷中

# 男女青年用書

## 青年寶鑑

布面一冊一元二角

本書文字淺顯插圖精緻凡修身國文歷史地理算術科學等十一門青年男女人手一編即可獲普通之學識學生得此可助記憶便查檢

## 婦女寶鑑

布面一冊三元六角

內容分立行持家理財育兒交際修容衣服飲食居住生理衛生醫藥看護文藝美術手工運動遊戲園藝二十篇每篇中復分細目共計八十餘種凡一百萬言爲婦女必備之書家庭最良之顧問

## 修養類

下列各書或著或譯均有關身心修養讀之可以增學識强身體

| | | |
|---|---|---|
| 婦女修養談 | 一冊 | 六角 |
| 婚姻訓 | 一冊 | 二角半 |
| 人鑑 | 二冊 | 五角 |
| 國民之修養 | 一冊 | 一角 |
| 實業家之修養 | 一冊 | 一角 |
| 學生衛生寶鑑 | 一冊 | 六角 |
| 神經衰弱療養法 | 一冊 | 二角 |
| 肺病療養法 | 一冊 | 二角半 |
| 强健身心法 | 一冊 | 三角半 |
| 結婚論 | 一冊 | 二角 |
| 公民模範 | 一冊 | 一元 |
| 勤儉論 | 一冊 | 五角 |
| 克己論 | 一冊 | 三角 |
| 品性論 | 一冊 | 九角 |
| 職分論 | 一冊 | 六角 |
| 美國十大富豪 | 一冊 | 三角 |
| 英國少年義勇團組織法 | 一冊 | 四角半 |
| 國民立身訓 | 一冊 | 六角 |

## 體育類

研究體育爲男女青年唯一要事下列各書分編詳述並附圖說極易學步

| | | |
|---|---|---|
| 拳術 | 一冊 | 二角 |
| 少林拳術秘訣 | 一冊 | 三角半 |
| 石頭拳術秘訣 | 一冊 | 三角 |
| 女子拳術 | 一冊 | 四角 |
| 日本柔術 | 一冊 | 三角半 |
| 西洋拳術 | 一冊 | 三角 |
| 足球規例 | 一冊 | 三角 |
| 劍術基本教練法 | 一冊 | 一角半 |

## 常識類

各書材料取古今人物學說或各種科學及普通常識爲青年不可不知者以供課餘參攷之需

| | | |
|---|---|---|
| 談天 | 一冊 | 四角 |
| 談地 | 一冊 | 五角 |
| 蘇秦張儀 | 一冊 | 二角半 |
| 韓非 | 一冊 | 五角 |
| 關岳合傳 | 一冊 | 三角 |
| 讀書法 | 一冊 | 二角半 |
| 孔子 | 一冊 | 六角 |
| 朱子學派 | 一冊 | 六角半 |
| 陽明學派 | 一冊 | 五角 |
| 王充哲學 | 一冊 | 四角 |
| 二十年來之中日關係 | 一冊 | 三角 |
| 家政淺說 | 一冊 | 一角 |
| 養雞淺說 | 一冊 | 一角 |
| 種樹淺說 | 一冊 | 一角 |
| 農業淺說 | 一冊 | 一角 |
| 理科淺說 | 一冊 | 七分 |
| 法制淺說 | 一冊 | 一角 |
| 天空現象談 | 一冊 | 一角 |
| 中國地理大勢 | 一冊 | 一角半 |
| 國恥小史 | 二冊 | 一角半 |

# 中華書局已出版各種叢書

| 叢書 | 書名 | 著譯者 | 冊數定價 | 版次 |
|---|---|---|---|---|
| 新文化叢書 | 思維術 | 杜威著 劉伯明譯 | 一冊七角 | 再版 |
| 新文化叢書 | 赫克爾一元哲學 | 馬君武譯 | 三冊一元二角 | 三版 |
| 新文化叢書 | 達爾文物種原始 | 馬君武譯 | 四冊一元八角 | 再版 |
| 新文化叢書 | 政治理想 | 羅素著 劉衡如吳蔚人譯 | 一冊三角 | 五版 |
| 新文化叢書 | 女性論 | 馮飛編 | 一冊四角 | 五版 |
| 新文化叢書 | 社會問題概觀 | 周佛海譯 | 二冊八角 | 再版 |
| 新文化叢書 | 歐洲政治思想小史 | 高一涵編 | 一冊五角 | 三版 |
| 新文化叢書 | 人生之意義與價值 | 倭鏗著 余家菊譯 | 一冊四角 | 三版 |
| 哲學叢書 | 實驗主義 | 方東美譯 | 一冊二角五分 | 再版 |
| 哲學叢書 | 亞里斯多德 | 劉衡如譯 | 一冊四角五分 | 再版 |

# 相對論淺釋

安斯坦著
夏文瑮譯

## 上篇

### 相對各論

#### 第一節　幾何學定理之物理意義

讀者諸君必記憶當時在學校中習歐幾里得幾何學之大構造。必雖歎其壯偉。然愛實不如敬。專門良師在無數授課時間。與諸君追逐於其崇階之上。若有人以幾何學定理爲不眞確。諸君尊所素習。必輕視之。以爲幾何何學。對其片詞隻字亦不應懷疑。然若有人問幾何學定理眞確七字果何所指。諸君卽恐不能如前之堅持矣。今將稍論此問題。

幾何學之入手。在若干基本觀念。如平面，如點，如直線。對此吾人多少有一定之想像。再加以若干自說。卽根據此種想像而認爲眞確者。其餘之定理。全用吾人所不能不承認之論理學方法。證其皆歸自說。方法合式。定理卽眞確。故欲問幾何定理之眞確與否。當先問自說之眞確與否。吾人久知自說眞確與否之問題。用幾何方法。不能答復。且問題自身。絕無意味。不能問經過兩點是否眞止一直線。止可言歐幾里得幾何學中有物名直線。任取其兩點。全線卽定。所謂眞確者。窮其究竟。均指與人實有事物適合而言。幾何所治。並非其觀念與經驗所有事物之關係。乃此觀念與彼觀念之論理上的關係。眞確二字。不能加諸純粹幾何學所言也。

吾人何故常欲以眞確二字加諸幾何定理。亦不難解。幾何觀念。多少與天然事物相應。此種觀念實全然因此發生。幾何學欲其論理上首尾之完具。不用此道。然吾人則思習深入。見一直線卽思及剛體上兩記號。在適宜地點。以一目視三點。若三點合并。卽假定其同在一直線。

吾人若遵此思習。在歐幾里得幾何定理外。補加一定理。謂一剛體。無論在何方位。其兩記號間之距離不因之而不同。則從

歐幾里得幾何定理得剛體方位定理。（由此則直線亦與實物相應。剛體上甲乙丙三點。設有甲丙二點。求乙點。若甲乙與乙丙之和爲最小數。甲乙丙三點卽同在一直線。此註雖不完備。現亦可足用矣。）此補加之幾何學。當爲物理學之一部。幾何定理如此解釋時。吾人卽可問其眞確與否。幾何觀念既已與實物相應。定理亦可問其仍與實物相應否也。粗言之。幾何定理眞確與否。卽與用畫線尺及畫圓筆所造各圖相應與否也。

此幾何定理眞確與否之標準。全根於不甚完美之經驗。今姑假定幾何定理爲眞確。書末討論相對通論時。當見其限幷限之所在也。

## 第二節　坐標式

依上所言。距離之物理的解釋。剛體兩點間之距離。卽可量定。先有一規定不變之尺S爲距離單位。設甲乙爲剛體上之兩點。依幾何學定律。可造連兩點之直線。在此直線。以距離S。自甲點度至乙點。度盡次數。卽爲甲乙距離之數。凡量長均以此爲本。（此量數固止指整者而言。若尺有分數。卽可去此困難。並不另需新法也。）

記錄一事一物在空間之地點。止須表明剛體（引體）中何點。與此事地點相合。科學如此。日用亦如此。予言柏林泡此丹空場時。意卽以地爲剛體。上有一點名泡此丹空場。某事發生之地點。在空間與此空場之地點相合。（何謂空間相合。此處可以不必研究。因實際上對此意見。無不同之處也。）

此種記錄地點之法。粗而不精。止可用於剛體之面。而上各點。必須可以識別。今將去此二重限制。而不改記錄性質。設泡此丹空場上有雲一朵。欲知雲較地面之地點。可在泡此丹空場上。豎立一桿。直上接雲。單位尺在桿所度之數。加以桿足地點。卽爲雲之地點。由此例可知用何途術。使地點觀念漸精。

（甲）推廣比較地點用之剛體。使之包含所欲記錄之物。

（乙）識別地點。不用題名之點而用數。此處卽用尺所量之桿長也。

（丙）即不建桿。亦可言雾高雲在各地。用光學法觀察。參以光傳佈性質。亦可知如建桿須高若干方可達雲。

由此可見記錄地點用剛體上題名之點。不如用量數為便。故測算之物理學。用狄氏坐標式。

狄氏坐標式者有互成正角之平面剛壁三。與剛體相連。一現象之地點。在此坐標式以自此現象至三平壁之垂線之長。或三坐標 x, y, z 定之。見後第二圖。三垂線之長。用剛尺依歐幾里得幾何學律法計算。

應用時坐標式不必用剛壁。坐標亦不必眞用剛尺計算，皆可用間接方法。然地點之物理上的意義。則必用上列解釋。以免物理天文學說有不明瞭之感。（此解釋至本小冊下篇言相對通論時。方有更變。且更精微。）

總言之。記錄諸現象在空間之地位。必用剛體為比較。所以能作此者。則以剛體上兩記號可代表距離。而計算距離可用歐幾里得幾何學定律故也。

## 第三節　古方學之空間與時間

如予不深思曲喩。即定力學之目的為記錄物體空間所據地點在時間上之變更。則對於明瞭之聖神。殊負死罪。今請研究罪之所在。

地點也。空間也。究何所指乎。予在一等速前行之火車中。立其窗前。重擲一石至軌岸上。自予觀之。若不顧空氣阻力。則石之軌道為直線。地上行人見此頑惡之事。將云石墜地軌道。乃拋物線。石所經過之諸地點。果在一拋物線乎。抑在一直線乎。空間運動果何所指乎。觀第二節答語固自顯然。空間二字。吾人自供無可置思。須先廢不用。運動皆以剛引體為比較。地點比較引體。（火車或地面）。上節已有詳細定義。如不用引體而用便於數學記錄之坐標式觀念。則可言在與火車固定相連之坐標式。石之軌道為直線。在與地面固定相連之坐標式。石之軌道為拋物線。自此例可見絕對軌道。（物體運動所經過之曲線）本無是物。凡軌道均有引體為比較也。

完全記錄運動。須言明物體地點在時間上變更。軌道每點旁。均須註明物體何時經過此點。故必有時間定義。且必擇其可

以實測者。古力學解決方法如下。取同式之鐘兩枚。一置火車窓前人手中。一置地上行人手中。二人鐘擺作聲時。各視石在其引體何處。因光傳佈有一定速率而生之差。今暫置不論。此外尚有一難點。後當一并討論也。

## 第四節 葛利來坐標式

葛利來及牛頓力學之基本定律。即通稱惰性定律者如下。離他物體甚遠之物體。不變其靜止或等速直線運動之狀態。此定理不但對於物體運動有所言。即對於力學記錄准用之引體或坐標式。亦有所言。若以惰性定律用諸可見各恒星。爲差自屬極微。如用一與地固定相連之坐標式。則每恒星在每一天文日。行一大圈。似與惰性定律字句相背。故如拘守惰性定律。則坐標式必擇其恒星較此不作圈行者。凡運動狀態能使惰性定律有效之坐標式。均名葛利來坐標式。葛利來及牛頓力學諸定律。止在葛利來坐標式有效。

## 第五節 狹義之相對原則

今以力求明顯故。仍取等速前行之火車爲例。此種運動名等速直線運動。等速者。指其速率及方向不變。直線運動者。指火車在軌上。地點雖變換。然不作旋轉。設有一鴉飛空氣中。自軌岸觀之。其運動爲等速的直線的。自前行之火車觀之。雖速率與方向不同。然運動亦爲等速的直線的。質言之。如有質量$m$。比較坐標式K。作等速直線運動。又如有第二坐標式K。比較K作等速直線運動。則$m$比較此第二坐標K′。亦作等速直線運動。故參照前節可言如K爲葛利來坐標式。則凡有比較K作等速直線運動之諸坐標式K′。亦均爲葛利來坐標式。葛利來及牛頓力學定律。在K及K′均有效力。

今更推廣一層。此定理可作下說法。如K′比較K。其運動爲等速的及不作旋轉的。則自然現象之流行。比較K′之通律與比較K之通律完全相同。此說法予等名之曰狹義之相對原則。

自然現象用古力學均能解釋時。相對原則之有效。自無可疑。晚近電力學光學發達以來。古力學不能範圍物理學全體爲其基礎。日益顯明。對於相對原則之效力。因亦發生問題。其答語或竟否認也。

然有兩事甚為相對原則助力。古力學基礎雖其廣不足範圍全體物理現象之理論。然其中必有甚重要之眞理存。因大體運動可從彼推算至極精密故也。故相對原則在力學範圍內。必頗有效力。一原則在一現象範圍內廣遠深密如此。在別一現象範圍。竟謂毫無效力。初似未必然也。

第二事後當再論。今先言之如下。狹義之相對原則若無效力。則互為等速運動之葛利來坐標式K K′ K″等。於記錄自然現象不能有同等價值。諸葛利來坐標式中。必有一坐標式K。若擇為引體。則自然定律特別單簡。而自然此坐標式因其便於記錄自然。可名自絕靜。其餘諸葛利來坐標式K。皆為動。譬如軌岸為K。則火車為K′。定律較K′不如較K。之單簡。較為複雜之原因。以火車K′較K。為動故。較K′之普通自然定律公式。當然含有火車之速率及方向。譬如風琴管其軸與火車行向平行時。與成正角時。音節當有不同。地球繞日可比每秒鐘行三十基羅邁當之火車。如相對原則無效。則地球每剎那之運動方向。應見於自然定律。物理現象將隨地球在空間方位而俱變。因地球每年繞日一週。其速率方向變化。比較理想坐標式K。必不能全年皆靜。然最精密之觀察。亦永不能發見地球上各方向物理現象有何不同之處。此實為一重要之理由。為相對原則助力者也。

## 第六節　依古力學之速率相加定理

設上所常言之火車。其行鐵軌上之不變速率為V。車中有人與車行同向。自車尾走至車頭。其速率為W。車人前行較鐵軌之速率W。其大小如何乎。惟一之答語似由下論發生。

車人若暫停一秒鐘不行。以車行故。彼較軌岸仍前進距離V。然事實上則車人較車。每秒鐘尚前行距離$w$。較軌岸亦同。故車人較軌岸。每秒鐘前進之距離總數。必為

$$W=V+w$$

後當見此依古力學之速率相加定理。與事實不合。不能保存。現姑作為可用耳。

## 第七節　光傳佈定律似與相對原則衝突

光在太空傳佈之定律。爲物理學中之最單簡者。學校小兒皆知或自謂皆知光行直線。每秒鐘三十萬基羅邁。當吾人深知此速率C。各色之光皆同。如不然。則恒星爲鄰近之暗星掩蓋時。各色之最小度放射。不能同時觀察。荷蘭天文家提雪特觀察雙星。亦謂光傳佈速率。與發光物體之運動速率不能有關係。故謂光傳佈速率依空間方向而不同。似不然也。

簡言之。光速率C不變之定律。（在眞空）其單簡果如校兒所信乎。孰料大不然。此單簡之定律。乃使深思熟慮之物理學者。遇思想上最大之困難乎。其困難發生如下。

光傳佈現象。吾人自須如他種現象。仍用剛引體或坐標式爲比較。譬用軌岸爲引體。設想將軌岸上之空氣均抽盡。今沿軌岸發一光線。光線頭依上所言。在軌岸以速率C前進。軌岸上火車之速率仍爲V。與光線同向。惟行不如光線之速。今問光線傳佈速率比較火車如何。此問題與上節所言情形相同。上節之車中人。卽此處之光線。上節之車中人比較軌岸之速率W。卽此處之光線比較軌岸之速率。上節之W。卽此處光比較火車之速率。故

$$W=C-V$$

故比較火車。光線傳佈之速率小於C。

然此結果與第五節所言之相對原則衝突。依相對原則。無論用火車或用鐵軌爲引體。光傳佈眞空之定律及其他各普通自然定律均相同。依適所言。係屬不可能之事。如光線傳佈比較軌岸之速率爲C。則比較火車。光傳佈必另有一定律。與前不同。與相對原則違反也。

介此兩難。相對原則或光在眞空傳佈定律。兩者不能並存。必棄其一。讀者熟觀前論。見相對原則之自然而單簡。必願保存相對原則。光在眞空傳佈定律。則擇一較繁複而與相對原則不衝突者以代之。理論物理學之發達。顯明此道不可通。羅侖子之動體電力學及光學理論。創前人所未有也。亦謂觀此二學所得經驗。光在眞空速率不變之定律。爲磁電現象理論必然之結果。故卽無一事實與相對原則違反。昔之理論鉅子。亦願棄去相對原則也。

新相對論卽從此處入手。先分析時間及空間物理上的觀念。顯明相對原則窮其究竟。實並未與光傳佈定律衝突。同時保存此二定律。可得一論理圓滿之理論。此相對論與下篇所言範圍更廣之相對論有別。吾人名之曰相對各論。今請言其大綱。

## 第八節　物理學上之時間觀念

軌岸上相去甚遠之甲乙兩處。同時有閃電擊入鐵軌。試問讀者。同時二字意義如何。讀者必以為甚易答復。然試請讀者詳為解釋。諸君稍加思慮。便覺答語不如初觀時之易矣。

稍待讀者或將為如下之答語。同時二字。自身固甚明瞭。不需曲解。實際上觀察二事同時與否。則須稍加思慮。方可得知。然此答語。予殊不能滿意。設有一精於氣候學之人。由巧妙之思想。推得甲乙兩處。每次必同時被電。今欲驗其實際果如理論所言否。凡物理學上言同時處。其困難正與此等。物理學家必有實驗方法在手。方能採用此觀念。同時二字之定義。必擇其隨時可以實驗者。如適言閃電同時二字之定義。必擇其有隨時可以實驗兩處是否同時被電之方法者。未達此目的而言同時二字有意義。物理學家或非物理學家實皆自欺。讀者請深思之。如不謂然者。請勿觀下文可也。

熟慮數時。讀者將提議一實驗同時之方法。先沿鐵軌。量甲乙兩點之距離。在其中點。置一觀察者。備有儀器如互成正角之二鏡之類。可以同時觀看甲乙兩處。如觀察者同時見甲乙兩處電光。則閃電亦必同時。

予對此建議。雖甚滿意。然尚病其有一缺點。觀察人所見者為電光。如光傳佈速率。自甲點至中點與自乙點至中點等。則汝言甚是。然究竟相等與否。今尚不能知。必先有測時之法。此處似不免於論理上所謂循環論也。

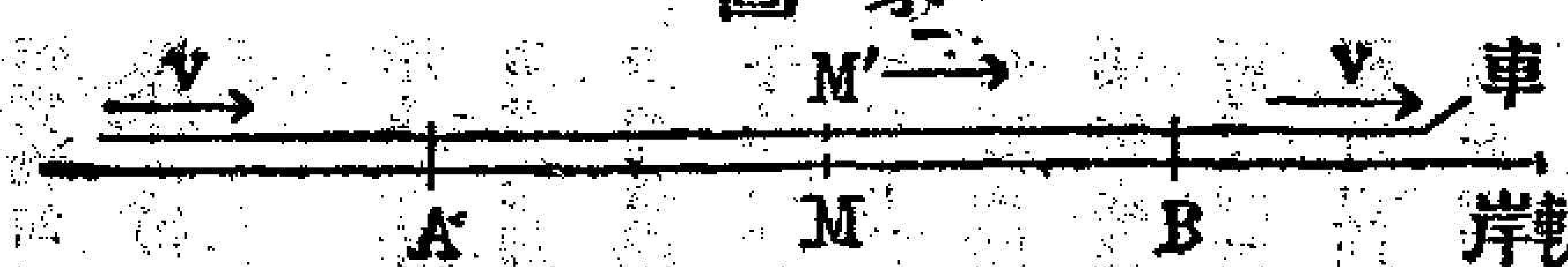
讀者再思。或謂予太多事矣。讀者將言適所提議之定義。實未假定光有性質。當然可用。所要求於同時二字之定義者。全在其能否隨時實驗。吾之定義無疑可以隨時實驗。光自甲點至中點。與自乙點至中點所需時同。並非對於光之物理上性質有何假定。實不過一種自由規定。用為吾同時之定義者也。

此定義不但用於二事之同時有一定意義。亦可用諸無論若干事之同時。各事發生之地。比較引體(此處軌岸)無論處何

方位均可。(吾人再假定甲乙丙三事在三處發生。如甲事與乙事同時。乙事與丙事同時。則甲事與丙事亦可作爲同時。此爲對於光傳佈定律一種物理上的假定。如嚴守光在眞空速率不變之定律。則此假定不可少。) 由此物理學得一時間之定義。設鐵軌(坐標式)上甲乙丙三點。各置一同樣之鐘。時同(依上言意義。) 則鐘針所向亦同。所謂一事之時間者。即此事發生時其最近之鐘針所指之數也。如此則每事時間均得實測。

此規定尙包含一物理上的假定。若無事實與之相左。係屬不可疑者。此假定爲何。則同樣之鐘其行同速是也。切言之。靜置引體兩處之兩鐘。如鐘針同向。即爲同時。(依上言意義。) 則凡鐘針同向時即全爲同時。(依上言意義。)

第一圖




## 第九節 同時之相對

迄今所討論。皆限於一引體。予等名之曰軌岸。設有一極長之火車。在軌上前行。如第一圖箭頭方向。不變之速率爲V。車中人利用車爲剛引體。(坐標式。) 各事皆以車爲比較。沿鐵軌發生之事。在車中亦必有其發生之點。同時二字之定義。在車與軌岸同。然尙有一問題如下。

設有二事。譬如前之甲乙兩閃電。自軌岸觀之係同時者。自車觀之是否亦同時乎。今將證明其不同。

吾等言自軌岸觀之甲乙兩閃電同時。意即謂甲乙兩處發出之光線。在甲乙線中點M相遇。然甲乙兩事在車中亦有其甲乙兩點。設M爲車行時車中甲乙兩點之中點。此中點M。兩處被電時。固與中點M同在一處。(自軌岸觀之。) 然$M^1$依圖以車之速率V自左行向右。如車中坐$M^1$處觀察者不有此速率。則彼將常在$M^1$甲乙兩處發出之光線。在彼處相遇。而斷爲同時。然實際上則觀察者自軌岸觀之。自左行向右。對於乙來之光線逆。對於甲來之光線順。方向相逆之光先見。方向相同之光後見。故以火車爲引體之觀察者。必云乙處閃電。先於甲處閃電。吾人由此得一重要之結論如下。

自軌岸斷爲同時之事。車中觀之不同時。反言之亦然。此名同時之相對。每引體(坐標式)各有其特別之時間。言時間而不說明用何引體。實爲無意義也。

相對論以前之物理學。默認時間爲絕對的。與引體運動狀態無關。吾等適見此假定與同時定義不相容。如擯棄此假定。則第七節所言光在眞空傳佈定律。與相對原則之衝突。亦銷滅。

此衝突由第六節所言而生。故其語今不復能保存。彼處斷定車中人較車每秒鐘行距離W。較軌岸所行距離亦同。然一事較車所需之時間。依上所言。與此事以軌岸爲引體所需之時間不能作爲相同。故車中人較鐵軌行距離W之時間。不能卽以軌岸之眼光而斷爲一秒鐘也。

第六節所言。尙根據於一第二假定。亦爲相對論以前所默認者。精密思之。殊辨其不自然也。

## 第十節　空間距離觀念之相對

沿軌岸以速率V前行之車中。今取兩點。(譬如第一車及第二車之兩中點。)求二點相去距離幾何。吾等已知測量距離。必須此較一引體。最簡之法。卽以車爲引體(坐標式)。車中人欲量距離。則以尺沿車底直線自此點度至彼點。視幾次方能度盡。此度盡次數。卽爲欲求之距離。

倘此距離自鐵軌上觀之。斷語卽不同。量法亦異。設甲′及乙′爲車中兩點。求其相去距離。甲′及乙′均以速率V沿軌岸前進。在某時t。車中甲′乙′兩點自軌岸觀之。適在軌岸上之甲乙兩點。今求甲乙。此岸軌上甲乙兩點。可由第八節所載時間定義求得之。兩點既有其距離幾何。用適當尺沿軌岸度之卽得。

量得之數。初不能知其與第一法所得之數相同與否。故在軌岸所量之車長。可以與在車中所量之車長不同。第六節所言。雖假透明。然可執此相難。爲第二難通之點。設車中人在每時間單位。自謂行距離W。自軌岸觀其距離。殊不必謂亦等於W也。

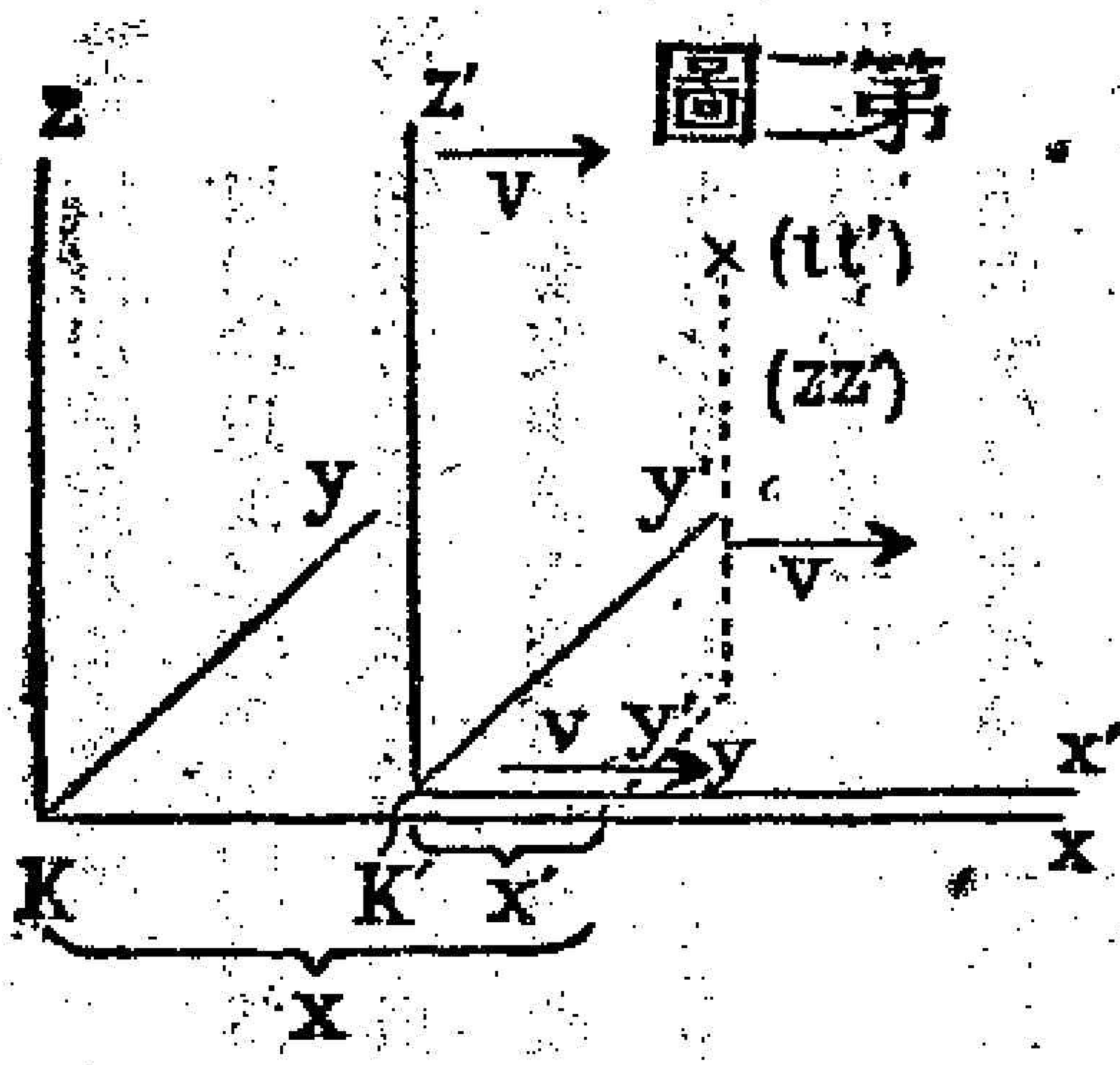
## 第十一節　羅侖子換標公式

觀上三節所言。可知光傳佈定律。所以與第七節相對原則似相衝突者。全因其思想中含有古力學流傳之兩假定。皆絕無理由者。此兩假定如下。

一。二事相去之時間。與引體運動狀態無關。

二。剛體兩點在空間之距離。與引體運動狀態無關。此二假定若棄去。則第七節所言之兩歧。即消滅。因第六節所推證之速率相加定理。不復有效故也。吾人漸見光在眞空傳佈定律與相對原則有可以相容之道。第六節所言應如何修改。使此二基本經驗並行不背乎。此問題普通言之如下。第六節之地點與時間。以車及軌岸爲比較。設已知一事以軌岸爲比較之地點與時間。有何法可求得此事以車爲比較之地點與時間。此問題果能有一答語。使光在眞空傳佈定律與相對原則並行不背乎。更言之。各事比較兩引體之地點與時間。彼此應有何種關係。方能使光線傳佈速率無論自軌岸或自車觀之。皆永等於C。此問題之答語甚明確。言能有此種關係。一事自此引體改彼引體時。其空間時間各數。有一定之變換定律。

第二圖




吾人深入之前。請先加一旁論。至今所言之事。皆在軌岸發生。數學所謂直線函數是也。依第二節方法。可將此引體在其旁其上推廣。造一尺架。無論何地發生之事。均可在此尺架中定其地點。依同法亦可將以速率V前行之火車推廣。使佈滿空間全體。無論如何遠之事。皆可在此第二架定其地點。實際上空間固不能並容兩固體。不能同時有此兩架然此無關宏旨。可以不論。每架中設有互成正角之壁三。名坐標平面(坐標式)。軌岸爲一坐標式K。車又爲一坐標式$K^1$。任有何事。以K爲比較。其空間數以其地至之坐標平面之三垂線 x y z 定之。其時間數以 t 定之。同此事以$K^1$爲比較。其空間時間數以同類之$x^1$ $y^1$ $z^1$ $t^1$定之。後四數與前四數不同。各數用何物理方法測量。前已詳言其理矣。

吾等問題作更精密語則如下。設已知一事比較K之 x y z t 今求其比較$K^1$之$x^1$

$y^1$ $z^1$ $t^1$同一光線在二坐標式。其光在眞空傳佈定律必相同。選擇二者關係。當以此爲標準。若各坐標式在空間方位如第二圖。則解释此問題之方程式如下。

$$x^1 = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$y^1 = y$$

$$z^1 = z$$

$$t^1 = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

此諸方稱式名羅侖子換標公式。（羅侖子換標公式淺證見附錄。）

設不用光傳佈定律而用古力學之二假定。默認時間及長皆爲絕對的。則得下列各方程式。

$$x^1 = x - vt$$

$$y^1 = y$$

$$z^1 = z$$

$$t^1 = t$$

此諸方程式。常名葛利來換標公式。使羅侖子換標公式中光速率C。等於無窮大。卽得葛利來換標公式。

依羅侖子換標公式。K 及$K^1$二引體之光在眞空傳佈定律相同。可自下例見之。設有一光號沿正X軸傳佈。則其方程式爲

$$x = ct$$

故其速率爲C。依羅侖子換標公式。由此 x 及 t 之關係可得 $x^1$ 及 $t^1$ 之關係。在羅侖子換標公式中。使第一方程式及第四

方程式之x等於ct。則得

$$x^1=\frac{(c-v)t}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$t^1=\frac{\left(1-\frac{v}{c}\right)t}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

二者相除。得

$$x^1=ct^1$$

光傳佈比較$K^1$之方程式如此。故其傳佈之速率比較引體$K^1$亦等於C。任在何他方向傳佈之光線。速率亦同。此不足怪。羅侖子換標公式之諸方程式本由此推得也。

第十二節　尺及鐘運動時之態度

予置適當尺於$K^1$之$x^1$軸。尺首在$x^1=0$。尺尾在$x^1=1$。求適當尺在K之長幾何。止須求在比較K之時間t。尺之首尾在K何處。依羅侖子換標公式第一方程式。在時間$t=0$。尺之首尾在

$$x_{尺首}=0.\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$x_{尺尾}=1.\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

兩點之距離為$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$。適當尺比較K有運動。其速率為V。故在自身方向運動之剛適當尺。其長等於$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$適當。故剛尺動時較靜時為短。動愈速則愈短。若$v=c$。則$\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}=0$。速率更大。則平方根為幻數。在相對論。速率C為一切

速率之極限。事實上無物能有以速率。或較此更大之速率也。

羅侖子換標公式。已包含C爲速率極限之理。因如V較C大。各方程式均不復有意義故也。

反言之。設適當尺較K¹之X軸爲靜。則自K觀之。其長亦縮至 $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ 全與相對原則意義相同。吾人固用此原則爲立論基礎也。

自換標公式方程式。可得尺及鐘物理上的態度。此本屬易見之事。因x y z t。不過代表尺及鐘所量之數而已。如用葛利來換標公式。則尺動時不縮短。

設有一打秒之鐘。永置K¹之起點。(X¹=0)鐘打兩下。一爲 $t^1=0$ 一爲 $t^1=1$ 依羅侖子換標公式之第一第四兩方程式。此兩下時間爲

$$t=0$$

$$t=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

自K觀之。鐘以速率V前行。打兩次所經過之時間。不爲一秒而爲 $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ 秒。較一秒爲强。故鐘動時其行較靜時爲緩。此處C亦爲速率不能達到之極限。

## 第十三節　速率相加定理　飛蘇試驗

實際上鐘及尺運動速率。不能不較光速率C爲甚小。前節所言。無從證諸事實。然讀者必以此結果爲極奇特。予故自此理論。推證一事淺而易見。并爲實驗所完全證明者。

第六節已用古力學之假定證明同向速率相加定理。用第十一節葛利來換標公式。得此亦易。不用車中行人而用較坐標

式K¹依下方程式

$$X^1 = wt^1$$

運動之一點。自葛利來換標公式第一及第四方程式。將$x^1$及$t^1$變爲x及t。得

$$X = (V + W)t$$

方程式所言。卽此點比較坐標式K之運動定律也。(車人較軌岸)名此速率爲W。則如第六節。得

$$W = v + w \quad (甲)$$

此處所言。亦可改用相對論自羅侖子換標公式第一及第四方程式。可使

$$X^1 = wt^1$$

方程式中之$x^1$及$t^1$變爲x及t。不得(甲)而得

$$W = \frac{v + w}{1 + \frac{vw}{c^2}} \quad (乙)$$

此爲相對論之同向速率相加定理。(甲)(乙)二定理。果何者與經驗符合乎。半世紀餘以前。有大物理學家名飛蘇者。作一重要之試驗。可爲吾人教訓。後第一等實驗物理學家。屢有重試者。其法果斷無可疑。此試驗所研究之問題如下。在一靜止液體中。光傳佈速率爲W。設如圖。有一管中置此液體。以速率V流行。光在此流動之液體中。其傳佈速率幾何。




依相對原則意義。吾人必假定無論液體比較其他物體動靜如何。光較液體傳佈之速率。永等於W。故所知者爲光較液體之速率及液體較管之速率。所求者爲光較管之速率。

此問題顯見卽第六節之問題。此之管。卽彼之軌岸或坐標式K。此之液體。卽彼之車或坐標式K¹。此之光。卽彼之車內行人

或此節之斷點。設名光較管之速率爲W。則得(甲)方程式。或(乙)方程式。全視葛利來換標公式。或羅侖子換標公式。何者合於事實也。

此試驗甚爲用相對論所得之(乙)式得一精確之證據。（飛蘇覔得 $W=w+v\left(1-\frac{1}{N^2}\right)$ 式內N爲折光指數。等於 $\frac{c}{w}$。(乙)式中因 $\frac{wv}{c^2}$ 較一爲甚小。可使 $W=w+v\left(1-\frac{wv}{c^2}\right)$ 或與之同等相近之 $w+v\left(1-\frac{1}{N^2}\right)$ 卽飛蘇之結果也。）最近西門以甚精之試驗。側量光傳佈所受液體流動速率V之影響。所得與(乙)式之差。不及百分之一。

尙有須表明者。相對論以前。羅侖子久已用純粹電力學方法。參加一種物質電磁構造之假定。解釋此現象。然此試驗。爲相對論實據。其力初不因而減少。因前人解釋。根於馬克斯威耳及羅侖子之電力學。並不與相對論衝突。相對論乃由電力學產生。取電力學中彼此獨立之基本假定。整齊之推廣之耳。

## 第十四節　相對論指示途徑之價值

上所言可總結之如下。自實驗一方面知狹義相對原則之有效。又一方面知光在眞空傳佈速率。永等於C。合幷二者。則自然現象之縱橫坐標 x y z 及時間 t。得一換標定律。然不爲葛利來換標公式。而爲與古力學不同之羅侖子換標公式。

光傳佈定律。在此當然作一重要之地位。巳有羅侖子換標公式後。可與相對原則幷言之如下。

自原有坐標式K之空間時間變數 x y z t。變爲新坐標式 $K^1$ 之空間時間變數 $x^1$ $y^1$ $z^1$ $t^1$ 一切普通自然定律之式樣。均應不變。兩坐標式數學上之關係。以羅侖子換標公式定之。簡言之。一切普通自然定律。與羅侖子換標公式應同變。

此爲相對論加諸自然定律之一數學上的條件。故相對論大可爲尋覔普通自然定律之助。甚有指示途徑之價値。設有某普通自然定律與此條件不合。則相對論兩基本假定。至少必有一者被其破壞。今請觀由相對論所得之一般結果如何。

## 第十五節　相對論之一般結果

讀上文。可見相對各論乃由電力學及光學產生。於此二學並無何種變化。惟理論之結構。卽推證定律。則大化繁爲簡。尤要

者互相獨立之假定爲數大減。使馬克斯威耳及羅侖子理論明顯異常。卽不有如許實據。物理學者亦將承認其說矣。

古力學必加以修改。始能合相對各論之條件。然修改處止在有極速運動之定律。卽物質速率V。不較光速率爲甚小者。極速運動。吾人止見諸電子及伊洪。在他種運動則爲差甚微。實際上與古力學定律。毫無分別。諸星運動。在相對通論方討論。依相對論。設有物質點其質量爲m。其運動時之動勢力不爲人所共知之

$$m\frac{v^2}{2}$$

而爲

$$\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

速率V漸近光速率C時。上式漸變爲無窮大。故無論所用勢力大至如何。所得速率。必永較C爲小。化上動勢力式爲級數。得

$$mc^2+m\frac{v^2}{2}+\frac{3}{8}m\frac{v^4}{c^2}+\cdots$$

古力學止有第二項。如$\frac{v^2}{c^2}$較一爲甚小。則第三項較第二項亦甚小。第一項$mc^2$不包括速率。故止討論質量點勢力與速率關係時。第一項可不論。其要旨見後文。

相對各論最重要之結果爲對於質量之觀念。相對論以前之物理學。有兩種永存定理。一爲勢力永存定理。一爲質量永存定理。皆極重要者。惟二定理互相獨立。有相對論則二者融合爲一。今將略言其何故融合。及融合之解釋。

相對論不但要求勢力永存定理在坐標式K有效。幷要求在無論何坐標式$K^1$亦有效。$K^1$比較K有等速直線運動。卽無論在何嘉利來坐標式也。由此坐標式換爲彼坐標式。須用羅侖子換標公式。與古力學異。

由此及馬克斯威耳電力學基本方程式。稍加思慮。卽不能不下斷語如下。設有一物體。以速率V飛行。吸收放射式之勢力

$E_0$。（$E_0$為吸收之勢力。自隨物體俱動之坐標式觀之）其速率不因此而變。物體勢力增加之數如下。

$$\frac{E_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

故物體勢力。合觀上所載動勢力公式。等於

$$\frac{\left(m+\frac{E_0}{c^2}\right)c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

設有物體。其質量為$m+\frac{E_0}{c^2}$。運動速率為V。則其勢力與此相等。故可言若物體吸收勢力$E_0$。其惰性質量即增加$\frac{E_0}{c^2}$。物體之惰性質量。非永存的。乃隨勢力之增減而變動者。若干物體之惰性質量。即作為勢力觀。亦無不可。質量永存定理。與勢力永存定理。合而為一。以惟在勢力與外不通處有效。若寫勢力如下式。

$$\frac{mc^2+E_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

則可見上文已覺其奇特之$mc^2$。實即物體未吸收勢力$E_0$以前。本有之勢力也。（自俱動之坐標式觀之）

此定理尚不能試諸實驗。因吾人所能增加於物體之勢力$E_0$。太小。不足使其惰性質量有何大改變。$\frac{E_0}{c^2}$。太較本有之質量小故也。質量永存定理所以能有獨立效力。即基於此。

尚有一要點。自法拉特及馬克斯威耳解釋電磁效力。不為直接的而為間接的。需一定速率傳佈後。物理學家悟牛頓吸力定律所包含之直接的立時的行遠效力。為不能有。依相對論傳佈速率無窮大之行遠效力。亦為不能有。行遠效力皆以光之速率傳佈。此與速率C在相對論所處重要地位相連。下篇研究相對通論時。此結果尚須修改。

## 第十六節　相對各論及實驗

相對各論試諸實驗如何。此問題不易答復。其故已於論飛蘇基本試驗時提及矣。相對各論。本由普孝馬克斯威耳及羅侖子之電磁現象理論而出。證明電磁理論之事實。亦均證明相對論。舉其尤要者。自恆星至地之光以地動故。光受影響。各恆星因地繞日。亦似每年在空游行。各恆星差。相對論解此甚簡易。與事實全然相合。又因地動。恆星光色亦受比較運動直成分之影響。恆星至地之光其分光帶線較地上分光帶同此地位之線。稍有移動。各多百拉原則。證明馬克斯威耳及羅侖子理論亦卽證明相對論之事實。爲數太多。不遑枚舉。他種理論。均不能解釋如許事實也。

但有兩種實驗。馬克斯威耳及羅侖子理論須另設假定。方能解釋。不有相對論。此種假定殊有無根之感。

吾等皆知負極電光及射光質所發出之皮他光。皆爲惰性極小速率極大之負電體。名電子。置光於電區域及磁區域中。硏究其如何屈折。卽可深知電子之運動定律。

電子性質。止用電力學理論不能解釋。因同號之電相驅。如不另有團結之力。則組織電子之負電質量。必互驅四散。團結力如何。幽隱難明。（相對通論頗傾向吸力團結電子說）設組織電子之各電質量。當電子運動時。彼此距離不變。如古力學所謂固定相連。則所得電子運動定律。與事實不符。羅侖子純從形式上立論。創電子運動時在運動方向形體縮短之假定。縮短數與 $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ 成比例。此假定毫無電力學上根據。然所得運動定律。則與近年實驗極密合。

相對論毫不另加關於電子構造及態度之假定。亦能得完全相同之運動定律。第十三節所載飛蘇試驗情形與此處同。相對論毫不另加關於液體物理上性質之假定。亦能得完全相同之結果也。

第二種實驗。卽問地球在空中之運動。能否現諸地上之試驗。第五節已言此種實驗至今未有結果。相對論未成立以前。科學對此。殊費解釋。當時情形如下。舊傳時間空間之成見。深入人心。以爲自此引體換至彼引體。當然用葛利來換標公式。毫無可疑。如有引體K。又如有比較K作等速運動之引體K'。若兩者間之關係。如葛利來換標公式。則馬克斯威耳及羅侖子方程式。在

$K$有效時。在$K^1$即不能有效。初觀似各葛利來坐標式中。有一坐標式$K$。其運動狀態。物理上立於一種特殊地位。物理上之解釋。謂$K$較傳光以太靜而不動。其餘較$K$有運動之坐標式$K^1$。較以太亦均有運動。$K^1$較以太之運動。（較$K^1$之以太風）另造更爲複雜之定律。止在$K^1$有效者。較地亦當有以太風。物理學家欲實驗此風久矣。

麻克兒生思得一法。似必可解決此問題。設有剛體。上置兩鏡。其回光之面相對。一光線自此鏡行至彼鏡。回光後再自彼鏡返至此鏡。如兩鏡及物體較傳光以太不動。則往返需一定時間$T$。如兩鏡較以太動。則往返所需之時間$T$與前不同。可以數學計算。并可證明如比較以太速率爲$V$。物體運動方向與鏡平面成正角時。與平行時。二者之時間$T^1$不同。二數之差固極微。然在麻克兒生及毛來所用二光相滅試驗。應可覺察。試驗結果。全不見有此差。物理學家。甚爲駭異。羅侖子及非斯其雷特設一假定。以救理論之窮。謂凡物體較以太運動時。在運動方向縮短。縮短之數。適足消滅兩時間之差。比第十二節所言。此法以相對論觀之。亦屬不悞。然相對論之立說。則遠較此爲圓滿。不可同年而語。依相對論。本無特殊之坐標式。以太觀念可不必加入。以太風及求以太風之實驗。亦不成問題。依立論之兩基本原則。物體運動時。本有縮短。毫不用加入他種假定。縮短之故。不在自身本無意義之運動二字。而在比較隨時所用引體所生之運動。在麻克兒生及毛來試驗。鏡隨地動。居此引式中者。自不覺有所縮短。若以日爲引式。即不同矣。

## 第十七節　明可夫斯幾之四度空間

不明數學者聞四度二字。必詫爲神秘。有見鬼之感。實則吾人所居之世界爲四度的時間空間連續體。其語亦至平常耳。空間爲三度的連續體。每靜點之地位。可以$x$ $y$ $z$三坐標定之。每點任何近。均另有點。其坐標$x^1$ $y^1$ $z^1$可與$x$ $y$ $z$任何近。以第二性質故。予等言連續體。以坐標之數爲三。故予等言三度的。

物理現象之世界。與此亦同。明可夫斯幾簡稱之曰世界。每事以三空間坐標$x$ $y$ $z$及一時間坐標$t$定之。合計時間空間。世界爲四度的。且亦爲連續體。每事任何近。均另有事。（事實上或想像上）其坐標$x^1$ $y^1$ $z^1$ $t$可與原事坐標$x$ $y$ $z$ $t$任何近。

相對論以前之物理學視時間離空間坐標獨立故吾人不慣以世界爲四度的連續體視時間爲獨立的一連續體依古物理學時間實爲絕對的不因引式之方位及運動狀態而變葛利來換標公式之末一方程式（$t'=t$）卽此意也

在相對論時間不復能獨立故不能不以世界爲四度的羅侖子換標公式第四方程式

$$t'=\frac{t-\frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

可證明此旨二事在K相去之時間$\Delta t$消滅時依上方程式在K'相去之時間$\Delta t'$通常未必亦消滅二事在K之純粹空間距離在K'可變爲時間之別明可夫斯幾之發明於相對論形式上之發達極有關係其要點在發見相對論之四度的時間空間連續體形式上極似歐幾里得幾何空間之三度連續體（附錄論此較詳）欲顯明此相似處可以得數$\sqrt{-1}\,ct$代尋常時間坐標t一切物理定律公式中之時間與空間坐標不復有別合於相對各論之所求此四坐標與歐幾里得幾何學之三空間坐標形式全同卽不通數學者覩此發明亦可知其能使相對論大增明顯矣

此不過使讀者得明可夫斯幾重要思想之大略耳不有此發明恐相對通論無今日也然其數理頗幽深不通數學者不易了解且相對各論相對通論之宏旨並不需此予卽止此待結全書時再續論也

# 下篇

## 相對通論

### 第十八節　特別相對原則及普通相對原則

上篇所言以特別相對原則爲範圍卽等速運動物理上之相對原則也今請更精析其內容

古人久知運動之觀念本屬相對在吾人所常引爲比喻之軌岸及火車則其運動可有兩種說法皆正確者

（甲）車較軌岸爲動。

（乙）軌岸較車爲動。

（甲）用軌岸爲引體。（乙）用車爲引體。如目的止在規定或記錄運動。則用何者爲運動之引體。實無分別。此乃自然之理。與吾人用爲基礎之相對原則。陳義廣狹。全然不同。不可混而爲一也。

吾人所用之原則。不但言記錄現象。車及軌岸皆可擇爲引體。（此亦自然之理。）幷言經驗所得之諸普通物理定律公式。如力學諸定律。或光在眞空傳佈定律之類。無論

（甲）用軌岸爲引體。

（乙）用車爲引體。

全然相同。換言之。作自然現象之物理記錄時。$K$及$K^1$兩引體。毫無優劣。此語與前語不同。並不爲運動及引體觀念所包含。由彼可以推證也。此語之正確與否。止有實驗可以判決之。

吾等並未言凡有引體$K$。用諸自然定律公式。均相同。吾等所假定之引體$K$。乃使葛利來基本定理有效者。即不受外力與他質量點甚遠之質量點。其運動爲等速的直線的是也。自然定律比較$K$。（葛利來引體）形式最單簡。比較$K$有直線的等速的無旋轉的運動之各引體$K^1$。用諸自然定律。亦均相同。此等引體。亦皆爲葛利來引體。相對原則止假定在葛利來引體有效。在作他種運動之引體無效。故名特別相對原則。亦名相對各論。

如謂凡有引體$K$ $K^1$等。不問其運動狀態如何。皆可用以記錄自然。（普通自然定律公式。）則名普通相對原則。後將見以他種理由故。此定義須另取一更屬抽象者代之。

特別相對原則完全成立後。有窮理之精神者。必渴欲將其推廣。成爲普通相對原則矣。此舉初觀似無可望。讀者試設身於吾等所常言之火車中。等速前行。車行等速時。車中人全然不覺。若言車靜而軌岸動。車中人亦可信爲有徵。依相對各論。此解釋

物理上亦為理由充足者。

如車忽停。則車行不復等速。車中人覺被推向前。車中各物較車。由其力學上之態度。可窺見車之加速運動。與等速時態度不同。言車行不等速時。力學定律。亦與車靜時或行等速時相同。恐無是事。葛利來基本定理。車動不等速時失其效力。則可斷言。故吾等初不贊成普通相對原則。以不等速運動為一種物理上實有之事。下將見此結論之誤矣。

## 第十九節　吸力區域

試問吾等舉石至空。放手。石卽墜地。果何故耶。常人必言石為地所吸引故也。近世物理學以下列理由。答語稍有不同。精研電磁現象。知不假媒介之行遠效力為不能有。磁石吸力。不可視為磁石效力直接過空。傳達於鐵。當從法拉待說。磁石在其近旁。喚起一種物理上實有之物。名磁區域者。磁區域效力至鐵。使其向磁石運動。此媒介觀念。初視或近於造作。今姑置不論。惟用此則電磁現象之理論。遠勝於前。說電磁浪傳佈尤精。吸力之效力。亦可作此看法。

地力至石亦屬間接。地在其近旁發生一種吸力區域。吸力區域之效力至石。使其下墜。人知離地愈遠。則物體所受之力愈弱。有一定律。依吾等看法。卽吸力區域之空間上的性質。其定律必為可顯明吸力與去物體距離之比例者。設有物體（譬如地）在其直接近旁。發生吸力區域。若已知吸力區域空間上的性質之定律。則離物體較遠處。其區域之強度及方向亦可知。

吸力區域有一種性質。與電區域及磁區域全然不同。在下文關係甚重。物體受重力區域之效力而有運動。若別無他力。則所得之加速率。與物質種類及物理上狀態絕然無關。鉛與木在重力區域（在真空）如無初速率或初速率相等時。同樣下墜。此與實驗甚密合之定律。亦可以下列理由。另作一說法。

依牛頓運動定律。

力＝（惰性質量）．（加速率）

式中之惰性質量。為得加速率之物體之特別常數。如發生加速率之力為重力。則

$$力=(\text{重力質量})\cdot(\text{重力區域之强度})$$

式中之重力質量亦爲物體之特別常數。自此二式得

$$(\text{加速率})=\frac{(\text{重力質量})}{(\text{惰性質量})}\cdot(\text{重力區域之强度})$$

如實驗所得。在同一重力區域中。不問物體之性質及狀態。加速率均同。則重力質量與惰性質量之比例。亦必爲萬物所同。若有適當單位。可使此比例等於一。由此得一定理如下。凡物體之重力質量與惰性質量。均相等。

向來力學固亦有此定理。然不加解釋。吾等若能見及同此物性。有時現爲惰性。有時現爲重力。則方有圓滿解釋之望。究竟如何。與普通相對假定關係又如何。統見下文。

## 第二十節　惰性質量與重力質量相等爲普通相對假定之理由

設大空世界中。有一部分範圍頗廣。遠隔諸恒星及鉅大質量。吾等卽可用葛利來基本定律。不至大差。在此部分。擇一葛利來引體。以此爲比較。則靜點永遠靜。動點之運動。永遠爲等速的直線的。設引體爲一鉅盒。作室形。中居一觀察者。備有各種儀器。彼自不覺有重力。如不以線自縛於盒底。則稍稍震動。卽有浮起之虞。

盒頂外面居中處。置一鈎。鈎上有繩。有大力者。以不變之力牽盒上行。盒及觀察者。均將以同等加速率向上飛行。自不與盒俱動之引體觀之。其速率將增至不可思議。

盒中人見此現象。作何斷語乎。盒底以加速率故。壓力傳入彼身。先受此壓力者。必爲彼之兩足。不然則將傾跌。彼居盒中情形。與吾人居地面屋內情形正同。彼若棄去手中所持之物。盒之加速率不能傳達於物。物以加速比較運動。漸近盒底。且觀察者必見各物下墜之加速率均相等。無論用何物試驗。莫不同一。

盒中人根據重力區域之理。必將如上節所言。自謂連盒均在一時間上不變化之重力區域內。盒在重力區域。何以不下墜。彼初亦以爲異。後見盒外有鈎及繩。彼將大悟。盒實靜懸半空。故雖在重力區域。亦不墜也。

吾等不當笑此君之愚。彼之所言。與理性及力學諸定律。毫無抵觸。盒較前言之葛利來空間。固有加速率。然吾人亦可視盒爲靜而不動。故相對原則。實可推廣至彼此互有加速率運動之引體。普通相對假定。於此得一有力之理由也。

所以能作此看法者。全在重力區域之基本性質。即萬物同得此加速率也。換言之。即惰性質量與重力質量相等之定理是也。設無此自然定律。則盒中人不能以吸力區域之理。解釋附近各段態度。以彼之引體爲靜止之假定。亦無一事實可爲根據矣。

設盒中人在盒頂裏面。繫一線。線下懸一物體。彼將見線甚緊直。如物體有下牽之力者。吾人問線何故如此緊直。盒中人將言。懸空物體。受重力區域之力。欲下墜。全恃線力方能相抵。線力全視懸空物體之重力質量爲比例。換一方面言之。在空間浮沉之觀察者。則謂線與盒運。亦受加速運動。線之加速運動。傳達於下懸之物體。線力適足使物體有此加速率。故線力全視物體之惰性質量爲比例。由此例可見推廣相對原則。則必然有惰性質量與重力質量相等之定理。物理上之解釋如此。

由加速盒之比喻。可悟由相對通論必能得吸力定律之要點。事實亦然。窮相對通論思想之究竟。眞可推得吸力區域各定律。然予不能不預戒讀者。以免易生誤會。初擇坐標式時。並無吸力區域。盒中人則謂有此。讀者或因此以吸力區域爲假有而實無。無論何種吸力區域。均可選擇適當之引體。使比較此引體。則吸力區域。不復存在。此實不然。吸力區域止有特別數種可用此法。非凡有吸力區域。皆可使之消滅也。如地球之吸力區域。即不能用選擇引體法使之消滅。

今將言第十八節末。攻擊普通相對原則之理由何故不能成立矣。火車中人。因車忽停。被推向前。覺察車動不等。有加速率。然彼不必謂被推向前因車眞有加速率也。彼亦可言吾之引體(車)永久靜止。車忽停時。較車有一種向前的時間上變化的重力區域。以重力區域故。軌岸及地動皆不等。原有向後之速率漸減。觀察者之被推向前。亦此重力區域所致也。

## 第二十一節　古力學及相對各論之基礎倘有何不滿意處

前已屢言古力學之基礎。在下列定理。離他物質點甚遠之物質點。或永靜。或作等速直線運動。此基本定律。止在彼此有等速直線運動之引體K。方有效力。在他種引體K。此定理無效力。故在古力學及相對各論。自然定律有效之引體K。及無效之引

體K。皆顯有區別也。

有論理思想之人見此情形。自不能滿意。彼將問何故此引體及運動狀態與彼引體及運動狀態不同。二者何故有區別乎。

予今將以比喻。解釋吾意所在。

予立竈前。竈用煤氣。上有兩煮物之鍋。形式相似。至不可辨。每鍋皆有水及半。予見一鍋蒸汽瀰漫。一鍋則無。即使生平從未見有煤氣及食鍋者。亦覺不可解。後見一鍋下有藍色發光物。一鍋下無有。即不知煤氣爲何物者。亦可言此藍色物。必爲蒸汽瀰漫之原因。如兩鍋下均不見有藍色物。而一鍋有汽。一鍋無有。予卽不能滿意。非尋得兩鍋態度不同之原因不止。

在古力學及相對各論。物體較兩種坐標式K及$K^1$態度不同之原因。予已久覓未得。(引體運動狀態。若不假外力維持。如引體有等速旋轉之類。此點尤爲重要) 牛頓已見及此。若無解釋。見之最明者爲馬赫。彼意力學基礎。必重新建造。方可用普通相對原則之物理學。不受此病。其方程式在任何引體。均有效力。不問其運動狀態如何也。

## 第二十二節　普通相對原則之結論數則

第二十節顯明由普通相對原則。純用理論方法。可推得吸力區域之性質。設有某自然現象。若已知其葛利來範圍。比較葛利來引體K。及其空間時間上之變化。則純用理論。即算學方法。可求得其比較K有加速率之引體$K^1$中。自然定律如何。比較新引體$K^1$。有吸力區域發生。故此現象所受吸力區域之影響。亦可得知。

譬如有物體較K之運動爲直線的等速的。如葛利來定理所言。吾等卽可知其較有加速率之引體$K^1$(如盒)運動必爲加速的。普通在曲線的。此加速率及屈折。卽動體所受在$K^1$發生的吸力區域之影響也。吸力區域對於物體運動。吾人久知其有此種影響。並非新理也。

若以同法加諸光線。則可得一甚新之結果。且甚爲重要。光線較葛利來引體K。在直線傳佈。速率等於C。較有加速率之盒卽引體$K^1$則易證明其軌道不復爲直線。故可言光線在吸力區域內。普通在曲線傳佈。此結果重要處有兩層。

第一層。此結果可試諸實驗。相對通論以光線爲有屈折。雖在吾人之吸力區域。其屈折極微。然行過太陽近旁之光線。應有1.7弧秒之屈折。在太陽全蝕時。觀測極近太陽之恒星。其地位以光線屈折故。較尋常太陽在他處時。去太陽較遠。其差必等於上數。此結果與實驗相合與否。實爲一極重要之問題。望天文家不久可以解決也。(一千九百十九年。皇家學會派愛停登及克六母林二天文家至二地觀測五月三十日之日蝕所得影片。眞有光屈折。)

第二層。相對各論兩基本假定。一爲光在眞空速率不變之定律。然依相對通論。則此假定之效力。非絕無限制者。光傳佈速率。隨地可變化後。光線方能屈折。或有人謂如此。則相對各論相對通論均不攻自破。實則不然。止可言相對各論之效力。限於一定範圍。卽現象(如光)不受吸力區域影響之地也。

反對相對論者。每謂有相對通論。則相對各論不成立。予將用一比例。顯明其不然。電力學未成立以前。靜電學各定律。人卽簡稱之曰電學定律。今日吾等知靜電學。止在電質量彼此及較坐標式完全靜止時。方有效。其所得電區域。永不能完全見諸事實。有馬克斯威耳電力學之區域方程式後。靜電學卽無用乎。殊不然也。電力學已包括靜電學爲一極限。如區域無時間上之變化。則電力學諸定律卽與靜電學諸定律同。一物理理論。能產出更廣遠之理論。而自爲其一極限。實最幸之事也。

在適所言光傳佈之比喩。吾人見普通相對定律。可使現象所受吸力區域之影響。純用理論推得無吸力區域時。已知現象之定律。最有趣味可用普通相對定律解釋者。爲吸力區域自身問題。此吸力區域定律問題如下。

設已知有空間時間範圍。引體選擇適當時。可使之近於葛利來式。不有吸力區域。若比較任作何運動之引體$K^1$。則發生時間空間上有變化之吸力區域。(推論第二十節所言。)吸力區域之性質。全視所選$K^1$之運動如何。依相對通論。各種引體之吸力區域定律均相同。雖用此法所得之吸方區域。不能包括吸力區域之全體。吾人則期望由此數種。可求得普通吸力定律也。此期望已完全達到。然自明見目的。至實踐其地。中間尙須經過一甚大之困難。因其深入事理。吾不能不爲讀者一言。空間時間連續體之觀念。不能不作更深之說法矣。

## 第二十三節　鐘及尺在旋轉引體上之態度

在相對通論。空間時間物理上應作何解釋。予故意至今未嘗提及隻字。吾人讀相對各論時。已知其重要。讀者或不吾諒。指為吾書缺點。補此缺點。今其時矣。然予先告讀者。讀此須耐心潛思。頗非易事也。

吾等仍從特別之例入手。設有空間時間範圍。此較運動態度選擇適宜之引體K。不有吸力區域。K比較此範圍。為一葛利來引體。相對各論所言。在K均為有效。設此範圍另比較一引體$K^1$較K有等速旋轉運動者。以空思故。設$K^1$為一平面圓板。在其平面環繞中心作等速旋轉。居板而坐心外之觀察者。將覺有離心直行向外之力。靜居原引體K之觀察者。名此為離心力。指為一種惰性作用。坐板上之觀察者。亦可以板為靜止之引體。依普通相對原則。本為差別。彼及較板不動之各物體。所受之力。彼均指為吸力區域之作用。此重力區域在空間之分配。與牛頓吸力之理不同。（在板中心無力。離心愈遠。力愈大）惟觀察者深信普通相對之理。不以此為病。謂必可得一普通吸力定律。不但可解釋諸星運動。即彼所知覺之力區域亦得解釋。

圓板上觀察者。用鐘及尺作試驗。將據以定在圓板$K^1$之時間空間定義。其所得如何乎。

觀察者有兩同樣之鐘。一置板心。一置板周。二鐘較板均靜而不動。予等先研究。從不作旋轉之葛利來引體K觀之。此兩鐘之行。是否同速。自此立脚點。中心之鐘無速率。周邊之鐘。以較K旋轉。故有運動。依第十二節結果。自K觀之。周邊之鐘。行較中心之鐘為緩。圓板上觀察者。若坐中心鐘旁。當亦可覺此。吾等在圓板上。或普通言之。在每吸力區域中。靜止之鐘。其行遲速。全視處何地點。用此較引體靜止之鐘。竟不復能得一妥善之時間定義。前所得同時二字定義。用於此處。亦不可通。惟同時定義。今不再論。

在此欲得一空間坐標之定義。亦非常困難。如與板俱動之觀察者。置一單位尺（較圓板半徑）於板周與之相切。則自葛利來式觀之。尺短於一。因依第十二節所言。物體在其運動方向縮短故也。如彼將尺置圓半徑上。則自K觀之。不縮短。故如觀察者先用尺量圓周。再用尺量圓徑。以二數相除。所得不為人所共知之 $\pi=3.14\ldots$。而為一較大之數。（此處全用不作旋轉的

葛利來式K爲坐標體。因相對各論之各結論。止在K有效也。比較K¹即有吸力區域發生）較K靜止之圓板。此二數比例。必正爲π。由此可見歐幾里得幾何學各定理。在圓板或在吸力區域。不能完全有效。至少單位尺不能任在何處任作何向均等於一。直線之觀念。亦失其意義。故比較圓板不能用相對各論舊法作坐標y x y z之精密定義。各事之坐標及時間尚不能有定義。自然定律包含坐標時間者。更無論矣。

今觀普通相對所言。似均成問題。實則須行一曲徑。方可應用普通相對假定而無悞。覩下文讀者便有所準備矣。

## 第二十四節　歐幾里得及非歐幾里得的連續體

予前有一大理石桌面。予可在桌上任取一點。自此出發經過無數彼此鄰近之點。達任何地點。換言之。予可不有跳躍自此點漸行至彼點。鄰近跳躍等字之意義。讀者固深知。（如讀者不責備太嚴。）吾等名桌面爲連續體。即此義也。

設有等長之尺無數。均遠較桌面爲小所謂等長者。即每尺可疊他尺之上。無有餘不盡也。先以四尺。在桌面排列一四角形。若另以尺試知其兩對角線相等。即得方形。此方形四旁。再以尺排列四方形。如此不已。至佈滿全桌面爲度。每一邊爲兩方形所共同。每一角爲四方形所共同。

可如此排列不遇大困難。實異事也。試思在每角已有三方形相遇。第四方形之兩邊已預定。其餘之兩邊亦隨之預定。此四角形吾不復能移動。使其二對角線相等。若此四角形已自成方形。則予等對於桌面及尺。必感謝之至。全桌面均能佈滿方形。則尤可異矣。

如可作此排列而毫無困難。則桌面各點。比較以尺爲兩點距離。必成一歐幾里得連續體。任取一方形之角。作爲起點。其餘各方形之角。均可比較此起點。以二數定之自起點始。算其向右或向上尺須度若干次。方到。即得此二數。即爲此點之狄氏坐標。以用尺排成之狄氏坐標式爲比較。

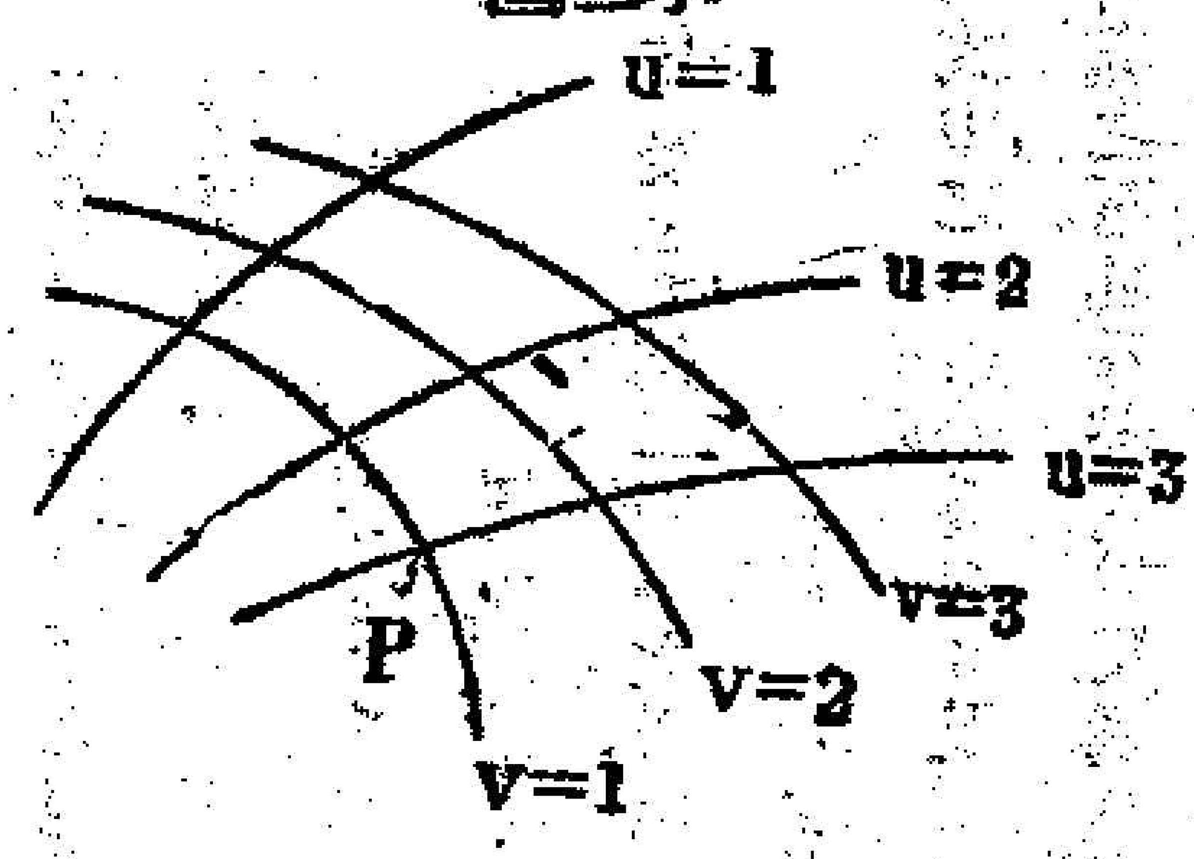
有時不能用此排列法。可於下列之理想試驗見之。設將上列試驗。略爲改變。尺受熱增大。增大之數。與熱度成比例。設桌面

中部。受熱增大。周邊則否。在桌面各處。仍可用尺兩兩相蓋。無有餘不盡。然方形則不復可造。因近桌中處之尺增大。遠桌中處之尺則否故也。

著仍用尺爲兩點距離之單位。則桌面不復爲歐幾里得的連續體。尺亦不復能界定狄氏坐標。然尺外尚有他物。受桌面熱度所生之變化。與尺不同。或全不有變化。若測量及比較距離能有更精之規定。則仍可以桌面爲歐幾里得的連續體。

如不論何種物質所造之尺。受桌面熱度所生之變化均相同。又如吾人舍研究尺之幾何的態度外。別無他法可以覺察熱度之作用。則止可將桌面兩點。如與吾尺兩端相合時。卽命爲距離一。舍此別無他法。可免不通。狄氏坐標法亦不能用。須以他者爲代。歐幾里得幾何學。在剛體不假定爲有效。（吾等問題數學家看法如下。設有面在歐幾里得三度空間。如橢圓面之類。則此面上有二度的幾何學。與在平面同。高斯設此問題。研究其二度幾何學之大凡。不以面爲屬於歐幾里得三度連續體。設在面用剛尺作圖。如在前之桌面。則各圖定律。必與歐幾里得平面幾何學定律不同。以尺爲比較。則面不爲歐幾里得連續體。不能有狄氏坐標定義。高斯曾解釋研究面上各圖性質之原則。爲利門研究多度的非歐幾里得連續體方法開先河矣。故普通相對假定。其問題形式上數學家久已解決）讀者至此見情形與第二十三節關於普通相對假定所言正同。

第三圖




## 第二十五節　高斯坐標

高斯之解析幾何的方法如下。如第三圖。在桌面任作何曲線若干。予等名之曰u曲線。每曲線以一數記之。圖中所顯。有 u=1, u=2, u=3 之線。在 u=1 及 u=2 之間。尚可加入無數曲線。與一及二間之各眞數相應。故u曲線可排列極密佈滿全桌面。每u曲線無與他u曲線相割者。桌面每點。以有一u曲線經過。故桌面每點。u有一定之數。依同法可在桌面另作v曲線若干。一切情形。均與前同。每曲線均有一數。桌面每點均有一u數及一v

數。此二數予等名之曰桌面之坐標。即高斯坐標也。如圖中所顯有點P。其高斯坐標爲 $u=3$, $v=1$ 桌面鄰近之兩點P及P¹。其高斯坐標爲

$$P:\ u;\ v$$

$$P^1:\ u+du;\ v+dv$$

$du$ 及 $dv$ 爲二極小之數。以尺量得之PP¹間距離。亦極小。名此數爲 $ds$。則依高斯

$$ds^2=g_{11}du^2+2g_{12}\,du\,dv+g_{22}\,dv^2$$

式中之 $g_{11}$ $g_{12}$ $g_{22}$ 爲與 $u$ 及 $v$ 有一定關係之三數。此 $g_{11}$ $g_{12}$ $g_{22}$ 之數。規定尺。對 $u$ 曲線及 $v$ 曲線之態度。即對桌面之態度也。如所研究之面。其各點對於尺爲歐幾里得連續體。則選擇 $u$ 曲線及 $v$ 曲線時。可使上式變爲單簡之

$$ds^2=du^2+dv^2$$

惟此式止可用諸歐幾里得連續體。餘處不能用。曲線 $u$ 及 $v$ 曲線。在此化爲歐幾里得幾何學互成正角之直線。高斯坐標化爲狄氏坐標。由此可見高斯坐標者。不過使面上每點均有二數。在空間極近之二點。其二數之差亦極微耳。

在此所討論。固爲二度連續體。然高斯之法。亦可用諸三度四度或多度的連續體。如有四度的連續體。則其中每點。均附有任何 $x_1$ $x_2$ $x_3$ $x_4$ 四數。爲其坐標。點相近則坐標數亦相近。如PP¹兩點間有可實測及物理上定義完滿之距離。$ds$。則可用下列公式。

$$ds^2=g_{11}\,dx_1^2+g_{12}\,dx_1\,dx_2\cdots+g_{44}\,dx_4^2$$

式中之 $g_{11}$ 等數。均隨連續體中地點變化。如連續體爲歐幾里得的。則可使各點坐標 $x_1 \cdots x_4$ 合下簡式

$$ds^2=dx_1^2+dx_2^2+dx_3^2+dx_4^2$$

在此則四度連續體中之關係。與三度測量所得者相同。高斯算 $ds^2$ 法。非隨處可能者。此法止於連續體中部分範圍不大。

可視爲歐幾里得連續體時有效。如在桌面及熱度隨地變化之比喻是也。取桌面一小部分熱度可作爲不變在上之尺。其幾何的態度。幾合於歐幾里得幾何法則。所取桌面部分太大時。上節所言諸方形卽不能造。

總言之。高斯創一數學方法。研究任何連續體。其量數關係。(鄰點間之距離。)均有定義者若干度的連續體。其中每點。卽有若干數。爲其高斯坐標。點與數須單獨相應。極近之點。高斯坐標數相差亦極微。故高斯坐標式不過狄氏坐標式論理上之推廣耳。有非歐幾里得連續體。取一小部分。若部分愈小。量數定義愈合歐幾里得幾何。則高斯坐標式。亦可用於非歐幾里得連續體。

## 第二十六節　相對各論之空間時間連續體爲歐幾里得連續體

第十七節明可夫斯幾之思想。現可爲更精切之言矣。依相對各論。記錄空間時間四度連續體。有一種坐標式。處於特別地位。吾人名之曰葛利來坐標式。在此交或四度連續體一點之四坐標 x y z t。均有單簡的物理上定義。上篇已詳言。自此葛利來式。至彼較此有等速運動之葛利來式。用羅侖子換標公式。各方標式。此換標公式爲相對各論推證各結果之根本。實亦不過言在凡有葛利來引式。光傳佈定律通有效耳。

明可夫斯幾發見羅侖子換標公式適合下列單簡條件。設在四度連續體。有鄰近之二事。彼此方位以空間坐標之較 dx, dy, dz 時間之較 dt 定之。用葛利來引體。另換一葛利來式。則此四數變爲 dx$^1$, dy$^1$, dz$^1$, dt$^1$ 八數之間。下列條件必有效。(參觀附錄。彼處所證坐標關係(十一甲)及(十二)在坐標之較亦可用。故在坐標微分卽無窮小之較亦可用。)

$$dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2=dx^{12}+dy^{12}+dz^{12}-c^2dt^{12}$$

有此式則自有羅侖子換標公式。故可言在四度空間時間連續體之兩鄰點其下列之數。

$$ds^2=dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2$$

在各葛利來引體。其值均同。如以 $x_1$ $x_2$ $x_3$ $x_4$ 代 x y z $\sqrt{-1}$ ct 則得。

$$ds^2=dx_1^2+dx_2^2+dx_3^2+dx_4^2$$

與引體如何選擇不復有關。ds 名兩事或四度中兩點之距離。

故如擇幻變數之 $\sqrt{-1}\,ct$ 代實數 t 爲時間變數。則依相對各論空間時間連續體可視爲歐幾里得的四度連續體。觀上節已可見矣。

## 第二十七節 相對通論之空間時間連續體乃非歐幾里得的連續體

本書上篇所用之空間時間坐標。有單簡直接之物理上的解釋。依第二十六節。可視爲四度的狄氏坐標。所以能如此者。全恃光速率不變之一定律。依第二十一節。此定律在相對通論。不能存留。依相對通論。如有吸力區域。光之速率常隨坐標爲變化。在第二十三節所舉之例。吾等已見有吸力區域時。則如相對各論所用之坐標及時間定義。皆不可得。

統括各結果。則依普通相對原則。空間時間連續體。決不能作爲歐幾里得的。前例兩度連續體之桌面及其隨地變化之熱度。此與彼情形正同。止範圍廣狹之別耳。彼處不能以同樣小尺。發一狄氏坐標式。此處亦不能以剛體及鐘。造一引體。使地點時間均可用彼此固定相連之尺及鐘顯明。第二十三節所遇之困難。亦卽在此。

第二十五，二十六兩節。已明示解此困難之術。四度空間時間連續體。可比較任何高斯坐標連續體。每點(卽每事)吾人均附以 $x_1$ $x_2$ $x_3$ $x_4$ 四數。爲其坐標。此四數雖一定。然初無直接物理上之意義。不過用以記數。可自由選擇。幷不必以 $x_1$ $x_2$ $x_3$ 爲空間坐標 $x_4$ 爲時間坐標也。

讀者或思如此記錄世界。得毋太空虛乎。每事附 $x_1$ $x_2$ $x_3$ $x_4$ 四坐標。數雖一定。然本任意選擇。並無解釋。究有何意義乎。細思之。將見此論不然。譬有一物質點。任作何運動。瞬息卽滅。不復存在。記彼空間時間。止有 $x_1$ $x_2$ $x_3$ $x_4$ 四數。如繼續存在。則空間時間有無窮數。坐標之值漸變。此質量點在四度連續體。卽有一線。(一度的)與之相應。關於點之討論。物理上實有其事者。止點之運動耳。二點相遇。在吾等算式爲兩線有一處。$x_1$ $x_2$ $x_3$ $x_4$ 四坐標之值相同。兩線卽顯兩點之運動者。此種相遇。爲物理學言空間時間性質時。唯一之實據。讀者細思之。無可疑也。

上文記錄物質點運動。皆比較引體。即物質點與引體某點之相遇也。時間之數。亦以物體與鐘相遇加以鐘針與鐘面某點相遇爲據。以尺量空間。思之其事亦同。

通論之。凡物理學所言分析之。均爲甲乙兩事空間時間之相遇。用高斯坐標說法。即 $x_1$ $x_2$ $x_3$ $x_4$ 四坐標同值也。故用高斯坐標表顯時間空間連續體。實可完全取引體而代之。幷不有引體之缺點。連續體非歐幾里得的亦可。

## 第二十八節　普通相對原則之精說

現可取精密之語。代第十八節普通相對原則之暫說矣。彼處言普通自然定律公式。各種引體 K K¹ 等。不論其運動狀態如何。皆一律可用。此言今不復能存。因相對各論用以記錄空間時間之剛引體。在相對通論不能用。須以高斯坐標式代引體。普通相對原則之基本思想如下。普通自然定律公式。凡有高斯坐標式均可用。

此普通相對原則。尙可另作一說法。更可顯明其爲相對各論之推廣。依相對各論。表顯普通自然定律之各方程式。自空間時間變數 x y z t（葛利來引體K）用羅侖子換標公式。換爲空間時間變數 $x^1$ $y^1$ $z^1$ $t^1$（新引體K¹）時。其形式不變。依相對通論。無論用何數代高斯變數。方程式之形式均不變。因不但羅侖子換標公式。即無論何換標公式。不過由此高斯坐標式。換至彼高斯坐標式耳。

如不願棄所素習。仍用三度觀念。則相對通論基本思想之發達。可舉其要略如下。相對各論所比較者。以葛利來範圍爲限。無吸力區。吸引體用葛利來的。即運動狀態選擇有一定之固體。較此葛利來孤立物質定作等速直線運動之定理有效者也。

用此葛利來範圍亦可用非葛利來引體。較此則有特種吸力區域。見第二十節及第二十三節。

然吸力區域中不有歐幾里得性質之剛體。故在相對通論不能用剛引體。吸力區域中鐘之行動。亦受影響。相對各論物理上時間定義。直接用鐘爲助。此則無其易明矣。

故可用非剛引體。不但其全體可任有何種運動。運動時幷可任有何種形式上之變化。欲得時間定義。可任取何鐘。置於非

剛引體之一點。不問其行動定律如何不規則。若地點相近之鐘。其時間數亦非常相近。卽可合用。此種非剛引體可名引螺。其作用與任何高斯四度坐標式同。惟其空間坐標較時間坐標。形式上有特別存在。故引螺似較高斯坐標爲醒目。然分出空間。理由實不充足也。螺之每點。均可作爲空間點。用螺爲引體時。較其靜之各物質點。均能稱曰靜。普通相對原則所求。卽爲普通自然定律。凡有螺均可用爲引體。毫無差別得失。定律與螺之選擇亦應無關。

普通相對原則之大用。卽在自然定律由此大加限制。

## 第二十九節　以普通相對原則解釋吸力問題

迄今所言。讀者若均能了解。解釋吸力問題之方法。當不難領悟矣。

設有葛利來範圍。卽比較葛利來引體K無吸力區域者。由相對各論。可知尺及鐘在K之態度。亦可知孤立物質點有直線等速運動。

此葛利來範圍。比較任何高斯坐標式或螺爲引體$K_1$。較$K_1$則有特種吸力區域G發生。純用算數可知尺及鐘以及自由運動之物質點。在$K_1$之態度予等釋爲尺及鐘及物質點所受吸力範圍G之影響。此處可加入一假定。卽存在之吸力區域。不能由葛利來特種。純用變標方法算出時。尺及鐘及自由運動物質點所受吸力區域之影響。其定律仍不變也。

先取由葛利來特種純用變標方法算出之吸力區域G。研究其空間時間上的態度。得其定律。不問記錄所用引體(螺)如何選擇。定律均應有效。

此定律尙不能視爲吸力區域之普通定律。因所研究之吸力區域爲特種的故也。欲推廣之。使成普通吸力區域定律。可加入下列諸條件自不難尋得。

(甲)所求定律之推廣。必合於普通相對假定者。

(乙)如在所研究範圍。有物質存在。則區域作用之發生。全由其惰性質量。或依第十五節。全由其勢力。

(丙)吸力區域及物質合計必符勢力(及推動)永存定律

終言之。相對各論所有之各現象。無吸力區域時已知其定律者。可以普通相對原則推得其所受吸力區域之影響所用之法。其理與上文言尺及鐘及自由運動質量點時同。

由普通相對假定。依此法所推得之吸力論。第一形式美觀。第二不有第二十一節所言古力學之缺點。第三實驗所得之惰性質量與重力質量相等定律得其解釋。不但此也。古力學在天文學有二觀測事實不能解釋。在此亦均可通。其第二事即光線在太陽吸力區域中有屈折。上文已言及。其第一事則關於水星軌道。

設用相對通論之方程式於較弱之吸力區域。其各質量比較坐標式之運動速率。均較光速率爲小。則先得牛頓理論爲一步漸近。在此不須特別假定。即可推得。牛頓則須另加假定。以質量點互相吸引之力與距離平方反比。算愈密則漸見與牛頓理論相差之處。惟爲數太小。不能實測耳。

各相差處。此必特舉其一。依牛頓理論。行星繞太陽之軌道爲橢圓。如不論別行星及恒星自動之影響。則橢圓對於恒星之方位。永不變更。不計此二種影響。如牛頓理論密合。行星較恒星之軌道。必爲固定之橢圓。各星除最近太陽之水星外。牛頓理論均與最精觀測所得結果密合。水星則自勒佛里埃以來。吾人即知其橢圓軌道。各差均改正後。較恒星仍不固定。軌道平面隨繞行方向有非常緩之旋轉運動。每一百年。軌道橢圓旋轉四十三弧秒。實測所差不及數弧秒。古力學欲解釋此現象。非特造專用於此不甚近情之假定不可。

依相對通論。則每行星繞日軌道。必有上文所言之旋轉。除水星外。其餘行星旋轉之數太小。爲今日觀測術所不能確定。在水星則每一百年。應有四十三弧秒。與觀測所得正同。

此外相對通論之結果可實測者。止尚有一條。大恒星至地之光。較地上同樣發生(即同樣分子)之光。其分光帶應有推移。不久定可證實也。

# 關於世界全體之研究

## 第三十節　牛頓理論在宇宙問題之困難

除第二十一節所言外。古天力學尚有一第二困難之點。以吾所知。第一詳論及此者。為天文家謝立格。如人間世界全體應作何想像。則最易思及之答語如下。世界者空間時間均無紀極。隨處皆有恒星物質。密率分言之各處固大不同。總計之則有一平均數。各處一致。換言之即在太空世界無論行至何處。莫不有星四散。種類相若。密率相若。

此想像與牛頓理論相矛盾。依牛頓理論。世界應有一中心。恒星密率在此最大。離心愈遠。密率愈小。至極遠處。則完全太空。恒星世界。不過空間無限大洋中。一有限小島耳。（因依牛頓理論。每質量 $m$ 為若干自無窮來之力線之歸宿點。力線之數與質量 $m$ 之數成比例。如世界質量平均密率 $\rho_0$ 不變。則有體積 $V$ 之球體。平均必包括質量 $\rho_0 V$ 穿過球面 $F$ 入球內之力線。其數與 $\rho_0 V$ 成比例。球面每面積單位。有若干力線穿過。其數與 $\rho_0 \frac{V}{F}$ 或 $\rho_0 R$ 成比例。球面區域強度。隨球半徑 $R$ 俱漲。漸增至無窮。決不能有之事也。）

此想像自身已不圓滿。如由彼抽引。謂恒星所發之光及恒星系之各星。永皆散射無窮。不復回返。亦不與別自然物體接觸。則尤不圓滿。世界在有限處所團聚之物質。必將漸漸散失無存。

謝立格變更牛頓定律。以避此困難。彼謂二質量相吸。距離甚大時。吸力之漸減。較 $\frac{1}{r^2}$ 定律為強。由此可得物質平均密率。自近處至無窮遠處均相同。並不有無窮大之吸力區域。物質世界亦無中心。論固奇巧。然變更牛頓定律。化簡為繁。事實上理論上均別無證據。任意造成了定律。均可有此等作用。不能定其優劣。因此等定律。其無更普通之理論原則為之基礎。與牛頓定律正相等也。

## 第三十一節　世界可作為有限的無邊的

衡度世界之構造。尚有一途。完全不同。非歐幾里得形學發達後。空間是否無限。甚可懷疑。並不與思定律或經驗相衝突。

(利門及海姆忽而茲)此等海姆忽而茲及潘加雷言之最詳明。予在此不過畢其大略耳。

設有二十二度的現象。有平扁生物自由在平面行動。其所用器具及剛尺。亦均平扁。此生物不知平面外尚有他物。在平面中。對自身及各扁物所得之觀察。因果完具。歐幾里得平面幾何學之各圖。如第二十四節所言桌面造網之類。皆可用尺爲之。此生物之世界。與吾等不同。其空間止有二度。然廣大無限。則與吾等同。在其上可用尺造無數方形。故其體積(面)無限。此生物稱其世界曰平面。意卽謂可用尺造歐幾里得平面幾何學之各圖也。每尺不問在何方位。其代表之距離均同。

再設有三十二度的現象。不在平面而在球面。上有平扁生物。所用尺器與球面密合。不能分離。彼等所能知覺之世界。以球面爲限。是否亦能以其世界之幾何學爲二度的歐幾里得幾何學。以其尺爲距離之代表乎。吾必曰不能。何以故。彼等如作直線。吾人觀之。必爲三度的曲線。得一最大圓。無首尾而長有限。可用尺量此世界之面積。亦有限。可比尺造方形之面積。此思想妙處在發見彼等世界有限而不有邊。

球面生物。不必作環球游。卽可知彼等所居住之世界。不爲歐幾里得式。任取其世界不甚小之一部分。卽可恍然。從一點起向各方向作無數相等之直距離。(三度觀之爲圓弧)將各距離末相連。則彼等以爲得一圓形。以尺量圓周。再以同尺量圓徑。二數比例。依歐幾里得平面幾何學。應等於不變數π。與圓徑無關。予等生物所得二數在球面之比例。則爲

$$\pi \frac{\text{正弦}\left(\frac{r}{R}\right)}{\frac{r}{R}}$$

較π爲小。圓半徑較球世界半徑R愈大。則此比例愈小。球上生物可由此推得其世界之半徑R。初不必眞測量全世界也。如所測量之一部分太小。則將不見球世界與歐幾里得平面之分別。莫所適從。球面一小部分與同大小之平面分別甚少也。

如球上生物居於一行星。行星之太陽系。爲球世界非常小之一部分。則彼等將不能決定其所居之世界。有限乎。抑無限乎。因實驗二者。皆爲歐幾里得平面故也。由此想像。可知球上生物。必謂半徑愈大。則圓周愈大。增至等於世界周邊以後。則半徑愈

大。圓周愈小。至零爲止。圓面漸大。直至等於球世界全面。

讀者將怪何以必用球面而不用何種封面乎。然此亦有其故。因球面與他封面不同。球面各點全然同値。圓周u較半徑r之比例。固與r有關。然r定後。則球世界各點其比例卽莫不相制。球世界者。一屈折率不變之面也。

與此二度球世界相類者。有三度球空間。利門初發見之。此之各點。亦全然同値。此空間有一定體積。視半徑R之大小而定。$(2\pi^2R^3)$ 吾人能想像一球空間乎。所謂想像一空間者。卽總括一切剛體運動經驗之謂。依此意義。球空間亦可得想像。

自一點。起向各方作直線。（牽線）在每線上以尺量距離r。各線之末皆在一球面。其面積F。吾人可以尺作方形量之。如世界爲歐幾里得的。則 $F=\pi r^2$ 如世界爲球體的。則F小於 $\pi r^2$。若r漸大。則F自零增至一最大數。視世界半徑而定。球半徑r再增大。F又漸減至零。自起點出發之直射線。初漸相遠。後又漸相近。末在起點之對點。全數合并。直射線如此佈滿球空間。三度球空間與二度球面相類。有限（卽有一定體積）而無邊。甚易明也。

球空間尚有一別種。卽橢圓空間是也。橢圓空間若起點與對點相同。無可分別。卽成球空間。故橢圓世界視爲中心相應的球世界亦無不可。

觀上文可知有限無邊之空間。非屬不可想像者。在諸空間中。球空間及橢圓空間最爲單簡。各點同値。天文家物理家觀此將發生一極有趣味之問題。吾人所居之世界。果無限乎。抑亦如球世界之有限乎、吾人經驗太少。去此問題答復尙甚遠。相對通論則能作頗確定之答復。第三十節所言之困難。亦得解釋。

## 第三十二節　依相對通論空間之構造如何

依相對通論。空間之幾何性質。非獨立的。乃與物質相關。已知物質狀態後。方能窺見世界之構造。吾人自經驗知坐標式若選擇得當。恒星速率均小於光傳佈速率。故如視物質爲靜而不動。則可略見世界構造之一斑。

自上文予等知尺及鐘之態度。在吸力區域卽有物質分配時。受其影響。歐幾里得幾何學。在吾等世界決不能密合。然其差

可視爲甚小卽以太陽質量之大其周圍空間之米特所受影響算之尙屬極微吾等世界在幾何學上可比爲微有屈折不平之面。面上各處與平面之差極小有如湖面微波不過略起縐紋此世界宜名半歐幾里得的其空間無限其物質平均密率算之必與零等故此世界不能各處均有物質其不滿意與第三十節所言同。

如世界之物質平均密率與零稍差卽不復爲歐幾里得的可用算式證明。如物質平均分配則世界必爲球體的或橢圓的。然事實上物質分配不平均實有三世界與球世界稍差係半球體的然必有限世界究有幾何大其數與物質平均密率有關亦可由理論推得。（世界半徑R如下方程式。

$$R^2=\frac{2}{x\rho}$$

如用C.G.S.制度則$\frac{2}{x}=1.08.10^{27}$式中之$\rho$爲物質平均密率。）

## 附錄

▲羅侖子換標公式之單簡證明（補第十一節）

上文第二圖所顯之兩坐標式其兩X軸永遠幷在一處今先研究問題之一部論在X軸上之現象此現象已知者在K坐標式爲橫坐標X及時間t。在$K^1$爲橫坐標$X^1$及時間$t^1$。設已知X及t。求$X^1$及$t^1$。

沿X軸正向前行之光號其傳佈方程式爲

$$x=ct$$

或

$$x-ct=0 \qquad (一)$$

此光號傳佈之速率較$K^1$亦應爲C。故較$K^1$傳佈之公式與上同。

$$x^1-ct^1=0 \qquad (二)$$

各事或空間時間點合第一式者。亦必合第二式。故必有下列關係。

$$x^1-ct^1=\lambda(x-ct) \qquad (三)$$

λ爲一不變數。因第三式 $x-ct$ 等於零時。$x^1-ct^1$ 亦等於零也。

依同理。沿X軸負向傳佈之光線有下列條件。

$$x^1+ct^1=M(x+ct) \qquad (四)$$

加減第三第四兩式。以下二式代入及M。

$$a=\frac{\lambda+M}{2}$$

$$b=\frac{\lambda-M}{2}$$

則可化繁爲簡。得

$$\left.\begin{aligned} x^1&=ax-bct \\ ct^1&=act-bx \end{aligned}\right\} \qquad (五)$$

如得a及b兩常數。吾等問題卽解決。得a及b之法如下。

在$K^1$起點$X^1$永爲零。依第五式之第一方程式。

$$x=\frac{bc}{a}t$$

命$K^1$起點比較K之運動速率爲V。則

$$v=\frac{bc}{a} \qquad (六)$$

設另取$K^1$中一點。其較K速率依第五式亦爲V。若向負X軸取K中一點。較$K^1$速率亦同。故V可名二式之相對速率。

再依相對原則自K觀較K¹不動之單位尺。其長必與自K¹觀較K不動之單位尺等。欲知X¹軸上各點自K觀之如何。可在K將K¹攝一快影意即謂使K時間t有一定值如t=0之類是也自第五式之第一方程式得

$$x^1 = ax$$

若X¹軸上二點。其較K¹之距離X¹等於一。則在吾等所攝快影。其距離爲

$$\Delta X = \frac{1}{a} \qquad (七)$$

如在K¹攝取快影。($t^1=0$) 則自第五第六兩式消去t得

$$X^1 = a\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)X$$

由此知X軸上兩點。其距離較K爲一者。在吾等所攝快影爲

$$\Delta X^1 = a\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right) \qquad (七甲)$$

依上所言二快影必相同。故第七式之ΔX必與第七式甲之$\Delta X^1$相等。得

$$a^2 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \qquad (七乙)$$

第六及第七乙兩方程式。定a及b二數代入第五式得第十一節所載之第一第四兩方程式。

$$\left.\begin{aligned} x^1 &= \frac{x-vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \\ t^1 &= \frac{t-\frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \end{aligned}\right\} \qquad (八)$$

即在X軸上各事之羅侖子換標公式。合下列條件。

$$x'^2-c^2t'^2=x^2-c^2t^2 \qquad \text{(八甲)}$$

欲推廣此結果於X軸外之現象。可保存方程式八。而另加下兩式。

$$\left.\begin{array}{l} y'=y \\ z'=z \end{array}\right\} \qquad \text{(九)}$$

依此法任向何方之光線。較K及K'之眞空速率均同可於下列方法見之。

在時間t=0。有光號自K之起點發出其傳佈如下方程式。

$$r=\sqrt{x^2+y^2+z^2}=ct$$

或將式之兩邊自乘。得

$$x^2+y^2+z^2-c^2t^2=0 \qquad \text{(十)}$$

依光傳佈定律及相對假定。此光號傳佈。由K'觀之應如下公式。

$$r'=ct'$$

或

$$x'^2+y'^2+z'^2-c^2t'^2=0 \qquad \text{(十甲)}$$

如有下式。則方程式十甲可爲方程式十之結果。

$$x'^2+y'^2+z'^2-c^2t'^2=\sigma(x^2+y^2+z^2-c^2t^2) \qquad \text{(十一)}$$

在X軸上諸點。方程式八甲必有效。故σ必等於一。方程式十一之羅侖子換標公式。眞能使σ=1。甚屬易明。因第十一式爲第八式甲及第九式之結果。故亦爲第八式及第九式之結果。羅侖子換標公式。卽推得矣。

八九兩式之羅侖子換標公式。倘可將其推廣。K及K'之各軸在空間平行與否。顯見無關宏旨。K'較K之直線運動速率。亦

不必定向X軸。羅侖子換標公式。可推廣言之。分爲兩層轉變。一狹義之羅侖子換標公式。二純粹之空間轉變。取原有之縱橫坐標式。代以各軸方向不同之新縱橫坐標式。

推廣之羅侖子換標公式。其數學上特性如下。

羅侖子換標公式者。顯 $x' \; y' \; z' \; t'$ 爲 $x \; y \; z \; t$ 之直線同度函數。如下等式。

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2t'^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 \qquad (十一甲)$$

意卽謂如在式左邊。以用 $x \; y \; z \; t$ 之式。代 $x'$ 等。則第十一式甲之左右兩邊卽相同也。

▲明可夫斯幾之四度世界(補第十七節)

如以幻數 $\sqrt{-1}ct$ 代時間變數 $t$。則推廣之羅侖子換標公式。可化爲更簡以

$$x_1 = x$$

$$x_2 = y$$

$$x_3 = z$$

$$x_4 = \sqrt{-1}ct$$

$K'$ 式中各式同此。則換標公式之等式爲

$$x_1'^2 + x_2'^2 + x_3'^2 + x_4'^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 \qquad (十二)$$

坐標選定後。第十一式甲卽變爲此方程式。

由第十二式可見式中之幻時間坐標 $x_4$。與空間坐標 $x_1 \; x_2 \; x_3$ 換標時情形全然相同。在相對論自然定律之時間 $x_4$ 與空間坐標 $x_1 \; x_2 \; x_3$。形式上毫無分別。

用坐標 $x_1 \; x_2 \; x_3 \; x_4$ 之四度連積體。明可夫斯幾名之曰世界。其各點現象。曰世界點。物理學由三度空間現象。變爲四度世界

存在。

此四度世界與歐幾里得三度空間解析幾何學極相似。如在解析幾何學另用新狄氏坐標式（$x_1$ $x_2$ $x_3$）起點同在一處。則 $x_1'$ $x_2'$ $x_3'$ 為 $x_1$ $x_2$ $x_3$ 之直線同度函數。有下等式。

$$x_1'^2 + x_2'^2 + x_3'^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$$

與第十二式全同。故明可夫斯幾世界形式上可視為四度的歐幾里得空間。不過時間坐標為幻數耳。羅侖子換標公式。等於將坐標式在四度世界旋轉。

## 相對通論之實驗證明

實驗科學之發展。以認識論的眼光觀之。全為遞進之歸納法。總結無數實驗之結果。為經驗定律。比較各經驗定律。得普通定律。由此則科學發達。不過一種目錄事業。純為經驗也。

然事實上則決不全如此。因其未提及直覺及演繹法在精密科學發達關係之重要耳。科學已超過最初級時。則理論之進步。決不止於整理排比而已。學者觀各事實。心有所悟。自少數假定或名自理者。造為一種思想系統。吾人名之曰理論。理論之用。在連貫多數經驗。其眞確處卽在此。

同此如許事實。理論可大不相同。各理論所推得之結果。其可實驗者。有時皆證據甚多。難以決定孰優孰劣。舉一普通之例。如在生物學。達爾文以生存競爭解釋物種之發達。另一方面。以後天性質遺傳之假定。亦可解釋物種不同之故。

此等結果極相同。難分優劣之理論。牛頓力學及相對通論。亦其一例。二者證據皆甚多。至今止有甚少數之事實。為從前物理學所無。而相對通論雖與舊說基本假定全然不同。認為必有者。吾人在此將再討論此等重要結果。幷其迄今所得之經驗。

一　水星近日點之運動

依牛頓力學及牛頓吸力定律。一行星繞日軌道為橢圓。日為橢圓之一心。或更精密。日及行星之公重心為橢圓之一心。日

及行星之距離。每行星年自最小數增至最大數。復減至最小數。如不用牛頓吸力定律。而別用一稍異之定律。則用算數可證明日與行星間之距離。仍必增減如前。然日及行星間之距離。每週期。即自近日點再至近日點。所經過之角度。與三百六十度稍差。軌道線不封固。漸將塡滿軌道平面作圈形之一部分。卽在行星最小距離圓與行星最大距離圓之間者也。

依與牛頓理論稍有不同之相對通論。軌道運動應與刻白爾及牛頓者小有不同。日與行星間半徑在兩近日點週期所經過之角度與 $2\pi$ 之差。如用普通物理學絕對量角度法則。爲

$$\frac{24\pi^3 a^2}{T^2c^2(1-e^2)}$$

式中之 $a$ 爲橢圓大半徑。$e$ 爲兩心差。$c$ 爲光速率。$T$ 爲繞行一週時間。亦可言依相對通論。橢圓大半徑依軌道運動方向繞日。在水星依此理論。每一百年應旋轉四十三弧秒。其餘太陽系之各行星。則爲數太少。不能觀測。

天文家已知牛頓理論。解釋水星運動。不能密合觀測所得。水星所受各行星影響。均加入算式後。勒佛里埃於一千八百五十九年紐可姆於一千八百九十五年。顯明水星軌道。尙有近日點運動。其故不可解。運動數與前言每一百年四十三秒不甚遠。此實測結果與相對通論所推得者祠差不及數秒也。

## 二　吸力區域中光之屈折

第二十二節言依相對通論。光線在吸力區域中應有屈折。與物體擲入吸力區域。其軌道所受之屈折同。依此理論。經過天體旁之光線。應稍偏向天體。設有光線其過日處離日之距離爲日半徑之 $\Delta$ 倍。則其屈折角 $\lambda$ 爲

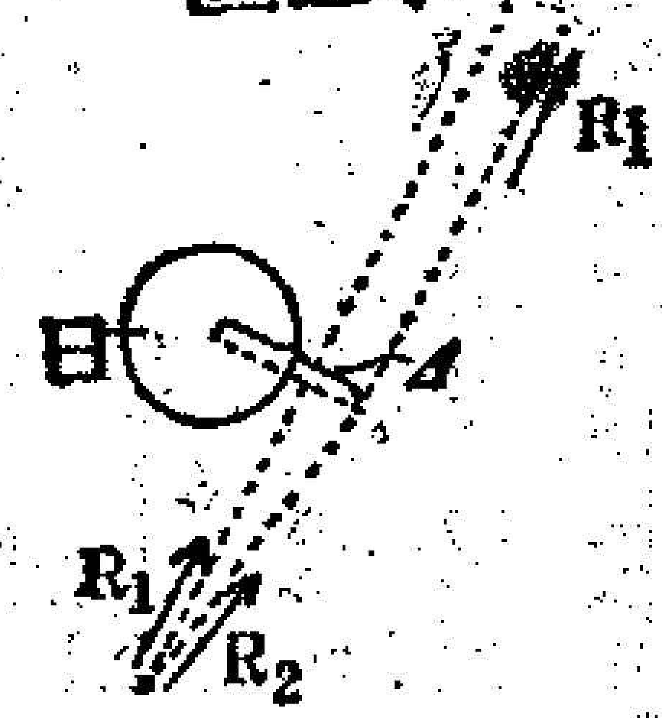
$$\lambda = \frac{1,7\text{秒}}{\Delta}$$

依理論。此屈折半數由日吸力區域（牛頓的。）半數由日所發生之空間屈折（幾何學的變化）而生。

此結果可於日全蝕時。攝取恒星影片驗之。所以必須待日全蝕者。因平常空氣中日光太强。近日諸恒星。不可得見故也。應有之現象。觀第四圖可明。設無日則無窮遠之恒星。見於方向 $R_1$ 今以日故。光受屈折。恒星見於方向 $R_2$ 較實在方向離日心爲遠。

實測之法如下。日蝕時。攝取其附近各星之影片。數月前後。日在他方時。另攝取同此恒星之影片。日蝕時之恒星影片。較其他影片。必正離日心向外推移。推移之角等於α。

第四圖




皇家天文學會曾爲吾人實測此主要結果。不受戰爭及因戰爭所發生國際惡感之影響。彼會曾派遣最著名之天文家數人。(一爲愛停登。一爲克六母林。一爲大衛生。)分兩途出發。一往巴西之蘇白拉耳。一往非洲西岸之濮林西濮島。觀測一千九百十九年五月二十九日之日蝕。攝取影片。日蝕影片較其他影片之差。若有亦不過一密立邁當百分之幾。故影片及測量。必極精密方可。殊非易事也。

測量之結果。全如理論所預言。下表載用弧秒之恒星差數。並列其縱橫二成分。一爲實測的。一爲推算的。

| 星數 | 第一坐標 | | 第二坐標 | |
|---|---|---|---|---|
| | 實測 | 推算 | 實測 | 推算 |
| 11 | −0,19 | −0,22 | +0,16 | +0,02 |
| 5 | −0,29 | −0,31 | −0,46 | −0,43 |
| 4 | −0,11 | −0,10 | +0,83 | +0,74 |
| 3 | −0,20 | −0,1[illegible] | +1,00 | +0,87 |
| 6 | −0,10 | −0,04 | +0,57 | +0,40 |
| 10 | −0,08 | +0,09 | +0,35 | +0,32 |
| 2 | +0,95 | +0,85 | −0,27 | −0,09 |

## 三　分光線之紅端推移

第二十三節言若有較葛利來式K旋轉之式$K^1$則靜止同樣各鐘行動速率隨地點變化。現將研究其所變之數。設有一鐘。去圓板中心之距離爲r。較之速率爲

$$V=wr$$

式中之W。爲圓板$K^1$較K之旋轉速率。設此鐘較K若不動。每時間單位打$V_0$次。則如較K有速率V時。較圓板不動之鐘。依第十二節其行動速率V爲

$$V=V_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

或與上式足相密合之。

$$V=V_0\left(1-\frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}\right)$$

或

$$V=V_0\left(1-\frac{w^2r^2}{2c^2}\right)$$

如$\Phi$爲鐘所處地及圓板中心二處離心力能率之較。即將質量單位。自鐘所處地。逆離心力方向。在運動圓板移至中心。所作之工。取其負號也。則

$$\Phi=-\frac{w^2r^2}{2}$$

故

$$V=V_0\left(1+\frac{\Phi}{c^2}\right)$$

由此可見同樣之兩鐘。去圓板中心距離不等時。行動速率亦不等。隨圓板旋轉之觀察者。觀之亦如是也。

然自圓板觀之。有吸力區域存在。其能率爲$\Phi$。故上文結果。即可用諸吸力區域。發射分光線之原子。可視爲鐘。故得下定理。

一原子所吸收或放射之速數。與其所處吸力區域之能率有關。

處天體面上之原子。較同此原質之原子。在太空或在較小之天體面上時。其速數稍小。因$\Phi = -\frac{KM}{r}$式中之K爲牛頓吸力常數。M爲質量。r爲天體半徑。故恒星面上所發之分光線。較地面所發之分光線。其紅端推移。必等於

$$\frac{V-V_o}{V} = -\frac{KM}{c^2 r}$$

在太陽紅端推移。應有光浪長數一兆分之二。恒星則因未知其質量M及半徑r。紅端推移。無從推算。

事實上果有紅端推移否。今尙爲一問題。天文家現方窮究此事。在太陽因爲數太微。不易判決。葛雷貝及朋德(地名)之巴黑姆二人。用自量之數及愛浮歇及歇華子歇耳特二人所得關於藍帶之數。以紅端推移爲證明。已有其他學者如約翰。則據其自量之數。意見相反。

統計各恒星分光線推移偏向分光帶浪長處。實爲確有。但現尙不能斷定此種推移是否果根於吸力。若欲知各觀測所得之材料及細說。可觀佛蘭特立處所著文。題名相對通論之實驗。見一千九百十九年之自然科學雜誌。第三十五本第五百二十頁。柏林斯潑林格書店出版。

無論如何數年內必可判決。如分光線無因吸力能牽而有紅端推移之事。則相對通論不能成立。如分光線推移已確知其爲吸力能牽所致。則關於天體質量。必有重要之發明也。

# 安斯坦相對主義（物理界大革命）

徐志摩

1 Einstein—Relativity: The Special and the General Theory, Methuen & Co., London, 1920.
2 Eddington A. S—Space, Time, and Gravitation: An Outline of the General Relativity Theory, Cambridge University Press, 1920.
3 Harrow—From Newton to Einstein.
4 Freundlich—The Fondations of Einstein Theory of Relativity, Cambrige Univ. Press, 1920.
5 Hugh Elliot—The Principle of Relativity, Edinburgh Review, Oct. 1920 pp 316–331.
6 Wilden Carr—The Principle of Relativity—Its Philosophic and Historic Aspects. Macmillan, London, 1920.

吾秋天過巴黎的時候君勱送我一本安斯坦自著的「相對主義淺說」，告訴我要是有辰光，不妨研究一下。我離開巴黎就在路上看了一遍，字是一個個都認得的，比喻也覺得很淺顯的，不過看過之後，似乎同沒有看差不多。我可也並不着急，因為一則我自己科學的根柢本來極淺，二則安斯坦之說素元不是容易了解之東西。到了英國，我又把那本書翻看一下，結果還是「由東人吃麥冬，一懂不懂，」於是我想要懂總得請人指導。誰知問了許多人，大家都很客氣，一樣的說不懂。吾同住有位學工程的，算學物理都很精明，我就同他談起，我問他你看安斯坦的學理怎麼樣，他回答說他不管。我說這事體關係很大，你們學科學的不能不管。他氣烘烘的說，你要聽他可糟了，時間也不絕對了，空間也不絕對了，地心吸力也變樣兒了，那還成世界嗎？我碰了一個釘子，倒發了一個狠，說難道就此罷了不成，他的學理無非解釋宇宙間的現象，奈端的深淺闊狹，我多少理會一點，難道見了安斯坦就此束手。我也不再請教人了，自己去瞎翻。另外看了幾本書幾篇雜誌文字。結果可不

能說完全失敗，雖然因爲缺乏高深數學知識的緣故，不能了解他「所以然」的道理，不過我至少知道了那是什麽一會事。今年秋天科學會在南京開年會的時候，聽說任鴻雋先生講上一篇安氏的「相對說」同時饒毓泰在吾國年會也講一樣的題目，任饒兩位當然是完全明白，不過聽他們的人，有沒有聽懂，可又是一件事。這一回羅素到南京科學會裏又講安斯坦。我看見那篇譯文，老實說除非有過研究的人，否則一席之談決不會有多大效力。

安斯坦在物理界的革命，已經當代科學家認可。譬如英國科學界領袖湯姆生(J. J. Thompson)就尊他爲奈端第二。無論如何他發動了這樣一件大事業，應該引起全世界注意，不但是愛科學的人當然研究，就是祗求常識的人，既然明白奈端的身分，就不可不知道安斯坦的價值。五百年前誰也不知道地是個球，并且在那裏轉的。現在讀書人要不知地動，就讓人家笑話。現在講安斯坦相對說的，總還覺得他不十分眞確，普通人更不來管什麽「絕對」與「相對。」可不知道科學的發明，本來是銖積寸累，等到一成立，就好比將宇宙的奇謎，猜破了一點兒，這一點兒究竟的價值不管，就論他幫助物質文明方面已經是「人力用天」的一個證據。所以安斯坦的相對說，在目前多少還是希罕，過上幾千年，也許竟爲奈端先生更進一解，那時人家要不知道他學說的大概，就要覺得難爲情，正未可知。總之近幾百年科學的成績，眞是人類最可引爲得意，最名貴的家傳遺產，要不枉爲二十世紀的人，總得利用這個時期，來領略這點兒洩漏的天機。

所以我費了許多工夫，只看懂了一點兒，固然我自己是笨，不過恐怕世界上笨人，總不止一個我。而且我笨雖笨，總還有一點「三個不相信」的傻氣，不懂定規要看他懂來，再加之身在外國，有書報看。國內的人就使很想學，也許買不到書報，只好隨他去——如此情形恐怕很普通。再則新文化運動以來，大家起勁搶買搶看搶講搶寫搶繙譯的東西，不是社會主義的新舊各式，就是女子剪髮「啊呀的嗎」種種的問題——總不外求新「文」，不見得求新「化」。藹寧自然比福祿盆德 (Freud) 來得有趣。馬克思自然比安斯坦來得有味，階級戰爭論自然比新心理學來得神氣，「蘇維埃」政府自然比「相對學說」來得俏皮。不過那些表面似乎乏味的東西，到像陳酒橄欖一樣，越吃滋味越厚。那些長槍大戟的主義雖然容易舞弄，過了不多時，可覺

得漸漸的氣味起來了。所以我不管範圍不範圍，想試講講那面目可憎的「相對學說」來引起非自然科學家的注意。我未講之先，請讓我道一聲歉。

第一我雖然冒昧寫這一篇，並不承認我對於此道有都大理會，也許竟是隔靴搔癢，完全不對。

第二我總連我吃奶的力氣都使出來，將我自以為懂幾點，用最平淺最直率的話來寫。諸位看了，無論樂意不樂意，總請原諒。我唯一的目的只要因這一篇爛話，引起大家的興趣，隨後買書來自己研究，我就滿意得很，衆位要知宇宙間的玄妙，並非讀自然科學的人的專利，凡是誠心求眞確知識的人，都應該養育一種不怕難好奇的精神，方才可以頭頭是道，我爛話未說，爛引子倒已經不短，趕快講正經罷。

諸位想記得前清時代官場的告示，說革命黨是要殺頭的。其實不單是政治革命，在舊政府盛威之下不免受罪，就是科學革命，在舊觀念牢鎖之下，初起的時候，也不免受同樣的苦楚。吾們中國人是大量，天是圓也罷天是方也罷。洋人可不然。大家知道當初歌白尼發現地動說的時候，那一班聲聲上帝耶穌的教士，一個個都着了忙，說那不是發了昏了嗎？只有上帝造的地是宇宙的中心，太陽是上帝造來照我們的，那裏有地動的道理，可憐歌白尼就同徐錫麟秋瑾一樣的讓「上帝子孫」殺死了。但是人雖可滅，他指破的眞理可不能滅。從此就開闢自然科學的大門，引起後來無限的光榮。等到加列利華出來，又是一個不學好的革命黨。他好事不做做壞事，辛辛苦苦的造起一個長管子，叫做什麼「千里鏡」他從這千里鏡裏東張西望，爽性連天象的變遷，實際的情形，全寫了出來。什麼太陽系呀，行星呀，恒星呀，將從前老式的占星學完全推翻，攜着科學的方法，起造了近來天文學的基礎。又那裏知道一班神父們，又大發其威，逼得加老先生對天發誓，否認自己的發明，并且承認原來是太陽盤地，他從前說地盤太陽，無非開玩笑罷了。直到奈端又是一個「過激黨」他看見蘋果落地，就觸了機，說為什麼一定是蘋果落地，不是地落蘋果呢。他東想想西想想，想出許多自然法令出來。說是地心有吸力的，囉哩囉嗦的一大堆算學方式，微分呀積分呀，將宇宙間種種現象，都用他那幾個公式去解釋。以後也沒有人難得到他，并且他的發明，成了近

代物質文明的柱子，試問那一件工程，不應用奈端的物理。到如今好幾百年再也沒有人發生疑問，大家相信地心吸力好像上帝子孫相信有天父一樣。地心吸力是看不見摸不着，不過有這回事；天父也是看不見嗅不出的東西，不過有這回事。後來又出了一個無賴名字叫做達爾文。他研究的結果對世上人說，你們以為你們老祖宗是叨上帝的光生下來的，其實不然，人類的祖宗不知道在幾千萬年之前，他那尊容雖然不得而知，不過我們可以知道人類同猴子原來是一支上來的伯叔兄弟。他這麽一說不要緊，那一班「上帝子孫」又大起恐慌，說這還了得，達老兒不是來打破我們的吃飯傢伙嗎。幸虧十九世紀究竟文明了一點，達爾文沒有上斷頭台也沒有受火化。就臘教士們痛天流涕把達爾文罵得臭死。但是眞理始終不能讓迷信蓋住，到如今沒有一個人（除開一部分上帝特別加料的糊塗蟲）不承認達爾文在生物學界革命的功勞。

所以天文物理生物都經了一番大革命，而且這革命運動的舞臺，就在一兩人腦殼子裏面。我們也知道他們革命經過的困難如此如此。但是自然界的發明是層出不窮的。他們幾位大家無非是開了一扇門，大家好進去，這門可誰也不能關。等到那門關的時候，恐怕也就是人類閉幕的時候了。所以近年來物理界化學界的新發見時常有。科學家現在告訴我們說物質並不是不變，只要速度有變遷，物質也跟着起變遷。其實電子說的意義簡直打破物質的觀念。所有的東西，無非是無量數至小的電子集合起來的種種現象。無依無靠的就在大地上東一堆西一堆，自由存在有時飛來飛去他那速度簡直不可以言語形容。還有光呀，熱呀，動呀，他們自身（離開物體）說都各有重量，可以算得出來。其餘有趣的發明，我此時也不及說了。

上面這二段話，誰也會說。不過我還是把他寫下因為這裏面包含一個教訓，我們不可不注意。再則我這篇文字本來不是讓科學家看的，我意思只要引起普通人對於科學常識的興趣罷了。那一個教訓，照我看來是如此：人本來是「軟耳朵」「先入為主的動物，相信了上帝聖經就不相信歌白尼與達爾文，相信了自由競爭制度，就不相信社會共產主義，這不相信表明一種偏見，不管他有理沒理我祗不認賬。這類態度吾們讀書人決對不可有。古人說得是，「學問深時意氣平。」這個平

就表明一種服從眞理不任情感的精神，吾們現在對於物理界的知識，大半是從老式的教科書上來的。奈端說長我們也說長，他說短我們也說短，因爲他的話是科學的金科玉律萬刼不變的。現在可不與了，德國又出了一個過激黨，叫什麼安斯坦，他的學理卓然成立，就是不能將奈老先生的心血一起推翻，至少可與他平分祗席。不過他的結論，同奈端一樣，也是從一堆一堆算學方式裏面找出來的。你要懂他「所以然，」那非懂他所用的數學不可。我個人是絕對不懂，不過我們也沒有懂奈端的數學。我們承認奈端的物理，因爲他的是解釋自然界現象最適合的一個方式。現在安斯坦說奈端不見得全對，我也有一個解釋，也可以講得通，并且有實際的科學證據。所以我們除非自己情願放棄做二十世紀人的機會，否則大家須要平一着意氣，來聽安老先生解釋宇宙現象的新說素，

安斯坦那個革命成功最快。不上幾年工夫已經科學界的認可，在科學史上算是一樁非常的事體。我下面講的是（一）「相對說」的意義（怎樣相對法？）（二）「四量」說的意義（Four Dimensions）「這 Dimension 我暫時譯做量不知道適用否」（三）安斯坦對於哲學的貢獻，此外我不管。

相對是絕對的反面。譬如你說那姑娘好看，我說他不好看，這是因爲我們各人有自己的（主觀的）標準，所以好看不好看，都只相對而非絕對的。又比如晚上走路，好像月亮跟着我們走一樣，又如兩車並列甲車開的時候，甲車裏人以爲是乙車開。諸如此類，凡就個人假定的標準，來觀察事物，都含有相對的意味。譬如一向科學家假定時間空間是不變的是絕對的，反之速度是更變的相對的。（例如一車每小時行十里他車行二十里，所經之時與地都係絕對，所異者速度耳。）

還有天文家告訴我們天王星的軌道比海王星的軌道橢圓徑短多少，地球的速度比太陽慢多少，意思說這是我們推算的結果，只要你有本事跑到宇宙外面去看星鏡的運動，就可以證明我們的推論。地質學家說第幾層岩土有如何如何證據，算起來應該在一萬年前，意思說你若然能夠跑回到一萬年前者，就可以看見一樣的地土，化學家說分子是如此如此結合的，意思說你若能將你眼睛放到原子界裏面，你就可以證明我們推論的確實。總而言之，人的五官的能力是極有限的，就是用

機器來幫助，也不能直接觀察自然界內部的現象。科學的方法就是補這個缺憾，用簡直的辦法，找出許多不可思議的奧妙出來。

安斯坦的相對說也是如此，你若然一定要「親眼目睹」才相信，那是除非將一隻眼睛仍舊留在眉毛鼻子中間，還有一隻飛來飛去同光差不多快，那時你兩隻眼睛的報告就要起衝突，同樣一件東西，左眼說長右眼說短，左眼說大右眼說小——總而言之，在你身上的眼睛，看東西只見三量，就是「長」「高」「寬」，再也沒有了，你飛的那隻眼睛，可非但看見三量，而且看見第四量——就是我們平常看不見的「時間」，也變成量了。要是你全身在空間飛動，速度時常改變，有時相近光的速度，那時你就可以看見四量的現象。

我們還是用比方。你有時在水邊或是山上，看見一個大鳥從你身旁飛過。最近的時候他那高低長短闊狹，都很清楚，但是他飛得遠你覺得身子愈扁起來了，你有沒有這樣經驗？假使這個鳥是一個星，要是從我們地面橫飛過，我們所見當然與他靜止時不同。再譬如你們學堂裏又黍又厚的大黑板，離開了牆壁往前平飛過去（仍與牆並行）你要是站在旁邊看，就覺得他愈飛得遠愈薄，那厚量差不多遞減到零度。等到他照樣飛回來的時候，他那厚量也就漸漸的恢復原狀。要是他跟着牆壁的方向飛出去，（即如牆的方向是從東到西，）那時你看見高量厚量依舊不變，就是寬量漸漸遞減。要是望上冲去，那時厚闊不變，就是高量漸減。總而言之，我們所觀察的體量，跟着物體的速度而變。反而言之，我們的視官要是放在那動的黑板上，我們望出來的東西，當然也就有差異。觀察的人總假定他自身是靜止的，而他所觀察的事是行動的。他以為人家之量有時覺得短了狹了低了，他自己的量可是不變的。這句話好像很矛盾，是長如何能同時不是長，是寬如何能同時不是短呢？你們竈間裏的火叉，如何能同時三尺二又是四尺一呢？講相對說的人說有這回事。因為長短闊狹並非物體絕對的固有性，實在是相對的意義。那可能的差別就在觀察人的立脚點不同；我們都是用心裏的識別來判定外界的事物。

這第一步你們明白了沒有？要是還不清楚我再用實在的譬喻。你們到過上海北京遊戲場的，一定見過「哈哈鏡」。你望哈哈鏡裏一看，就由不得你不笑。因為你的三量全不對了——你鼻子有尺把長，口有面盆闊，兩個脚倒成了「三寸丁樹

度」諸如此類。現在我們看宇宙間的東西，也就很像看哈哈鏡一樣。歪曲的程度以我們所看事物的速度（或動率）為標準。不過麻煩的地方，就在無從對證這樣是歪曲的，那樣是不歪曲的，因為我們不能知道什麼是絕對的動，我們所知道的動，都是以我們自身的動為標準的相對觀念。所以我們所有的論點全是正當全是符合的。

還有一點特別的地方，就是在動得極快的東西上面，所有的事情都好像來得極慢。假使我們能夠用千里鏡觀察一個動體上面的事情，我們就發現此地過了一點鐘，他們（動體上）的鐘只走了幾分鐘（大家的鐘都是瑞士老牌）并且所有的事情照我們觀察，都慢起來了。猶之乎看影戲，戲裏面的情節過得異常的快，時間同空間一樣都有伸縮。反而言之，你若然跑到那動體上去，你就覺得那邊事情都是照常一樣，你要是來觀察我們地球的情形，你覺到我們的事情慢得異常，你要用千里鏡一望，我們的鐘走了幾分，你的鐘已經一點。這樣說起來，似乎兩面不能全對。可是主張相對說的說是的，他們都對的。我記得我們小說上說的「山中方七日，世上已千年」彷彿是相對說的一個證據。

以上一大串廢話無非要說明物體的動率或速度與時間空間的關係。你們要是有耐心，再聽我講下去。

時間空間的觀念有時因心理作用也發生相對的現象。我們不說「春宵一刻值千金」嗎？不說「歡娛嫌夜短，寂寞恨更長」嗎？大概諸位都有這種經驗。還有初吃鴉片煙醉了的人，神經上就起變化，連時間空間的觀念，都異常起來了。天旋地轉還不算，房子凴空高得同山一樣，狗長得同牛一樣，昏頭搭腦，走頭無路，這還不算，時間凴空的像象鼻子一樣，愈弄愈長，過一夜天好像過了幾十年百把年，有時簡直長得莫明其妙，出乎人類經驗之外，註一 吃醉了酒也是大同小異，將尋常的時間空間觀念，完全攪糊塗了。

還有下等動物對於時間空間也不知覺，可是他們的標準一定與我們的不同。常言道鵝眼看人低，又說馬伏人的緣故因為他看人好像一座山。那不知晦朔的蟪蛄，當然有特別的時間觀念。究竟是那一個對呢？誰也不能說誰不對，因為時間空間都是與覺察的主體—心—相對的觀念罷了。

現在我們真要講到「關子」了，可也愈難講了。難的緣故就因爲要解說相對說的關鍵，那看不見摸不着無形無蹤的第四量就插了進來。要形容他比什麽事體都難，因爲人的經驗裏沒有相似的東西好比喻，就是你想像也恐像不出來的。你要是去問明考賀斯基最先發明第四量的人，他告訴你因爲 x 長 y 短，一大堆的算學方式，你永遠也弄不清楚。總而言之，那是一種數理的推論。數學用符號，符號可沒有物質的意義。這第四量也就是一個符號，這個符號也不能翻做一件有稜有角的東西。不過用科學方法求出來不可思議的事情，只要他前題合法論理合法，我們就不得不承認。第四量是不可思議，地心吸力電子量又何嘗可思議呢？不要慌讓我想想法子看。

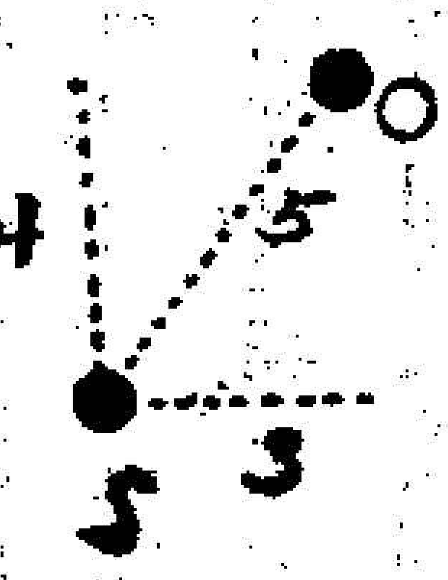
還是用比喻，—只要用的比喻近情，多少總可以烘托一點出來。我們尋常量東西，無非說多少高多少長多少寬；這就所謂三量。假使我們桌子上放一本洋裝的康熙字典，兩個人同時來量那本書的三量，而且兩個人都量得很準，不過他們的結果可不一致。這一個說八寸高，那一個說三寸高：這一個說五寸寬，那一個說八寸寬：這一個說三寸長，那一個說五寸長。爲什麽緣故二個人不對呢？很簡單：一人是將書豎在桌上，一個將書平放在桌上。所以高寬長無非是擅定的名稱：是純粹對於觀察人相對的意味。講到「相對說」也不免發生相似的誤解，一誤解可從此弄不清楚。我們日常都說上下爲高；寬長可不一定。并且在空間，更無所謂上下，我們所謂三量都是擅定的，只要長寬高互有直角關係就算。所以如其有兩個人同時量一件東西，結果不符合，我們就說大概他們各人的量法不同。你所謂高是我所謂寬，你所謂長是我所謂高。分開來說似乎不對（比如一說三寸高一說八寸高）三量總起來，結果還是一致，體積小全體總是一樣的，那差別是稱謂的關係，并非實際的關係。現在讓我將這一條解釋應用到在空間速度極高的動體，那時候地面上人看他離得愈遠好像愈扁，同時在動體上的人可沒有覺察什麽扁不扁。我們就問是否含有前面所得量書同樣的關係。沒有：高與寬二個看法都一樣，就是長量不對了。這長量所失並非是稱謂的關係。不過要是在三量以外另有一第四量，也許長量雖失，第四量到增了，所以結果還是四四與二八都是十六。講相對說的人說就是這個緣故—就是因爲有四量的緣故。這第四量叫做時間，在那動體上（

照我們在地上看,參看前文)的時間慢了同時他那長度短了。一得一失恰好抵消,所以結果還是一樣。

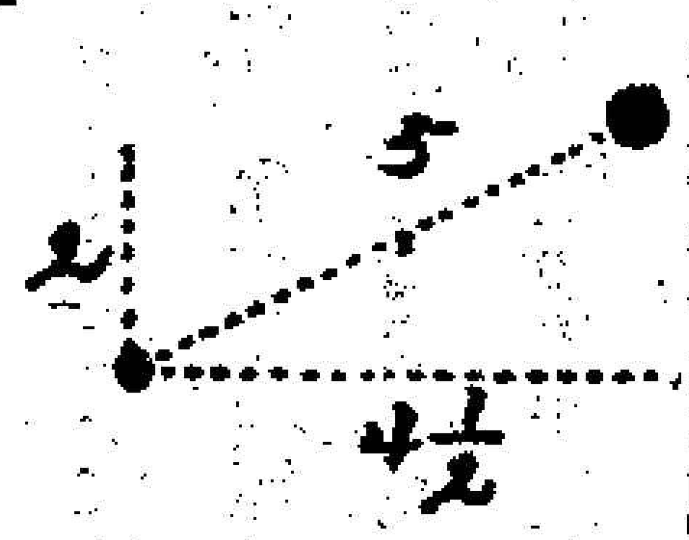
但是我們從來不覺得這第四量是什麽緣故呢? 那是因爲在地面上的人永遠不能覺察那「時量」的不一致。時間總是一致的因爲我們只有一個標準。因爲他永遠是不變的,我們就不去管他也沒有器官來覺察他。如其要實驗這點差異,除非照上文說的我們能夠到一個動體上去,他那速率與我們的大不相同;但是等到時量發見差異的時候其餘三量不跟着受影響,截長補不足,結果還是一樣。總而言之,三量的空間與第四量的時間並不是兩樁獨立的事情。宇宙間只有一件事情就是〔四量的「時空間」〕(Space, time of four dimensions)

上文說物件在空間無論你如何量法他那體積(長乘寬乘高)總是不變的—這體積是一個獨立的事實。距離也有同樣的關係。假使你要決定一物件與你立足處的距處,你知道那件物體是在你之東三尺北四尺,那你只須應用幾何定律,算出那物件與你的距離是五尺(勾方加股方的方根等於弦)方向是正東北。但是假使你那羅盤不對了,他那北極到指了正西北,東的方向倒變了正東北,我們算出來的結果似乎不一致。因爲那時候那件物體是在你之北二尺,東四尺半。但是求出來的答數還是照樣五尺。這個比喻無非表明隨你如何量法,實在的距離只要我們量得對,總是不變。

(一)




(二)




所以我們知道實際的距離實際的體積(在三量的世界)不因量法的不同發生差異,現在在四量的宇宙間,也有同性質的一件物事。這叫做「時隙」(Interval)我隨便譯做時隙,不過他不與普通觀念一致,或者爲避誤解起見,爽性叫他做「晉德狀爾」(你們能有相當的譯名更好)就是在兩件事情中間的「時隙」。我們上面說在動體上的觀念與在地上的觀念有長

度與時間的差別;不過用時—空間空量兩件事情間的時隙,結果是一致無二,猶之距離與體積,總是不變的。(注意下文) 在一個人出世與斷氣(死)的「時隙」照一個人看來,算他是一千英哩同七十五年;另外一個人(在動體上的人)看來可是幾百萬哩路同七十六年。註二 這兩個不同的觀察因為主觀不同,猶之上面不同的量距離法。 但是在這裏不變的質量是什麼呢? 照他們說,那不變的質量是「那個人生一生所經過距離的乘方減去在同時期內光所經過距離的乘方。註三 這個質量是永不移動的,隨便你如何觀察。 你千萬不可應用普通時隙的觀念來揣擬此四量宇宙的「時隙,」你普通觀念愈深,愈不能理會。 這是一種算學上所謂虛數或是虛式,猶之「負一的方根」(Imaginary quantity such as $\sqrt{-1}$, etc.)。 在三量的世界上我們可以一直接代表兩點間的距離。 但是在四量的時間空間,我們沒有法子來代表兩樁事情中間的「時隙」, 我們只可用算學方式來表現他。 就是孔子耶穌也沒有覺察那「時隙」的器官。 你愈想從經驗裏求觀察,你愈想愈糊塗。你只要檢驗他那前提確實不確實,論理用到不用到。 雖然是確實用到,你接受他結論就是,否則不去理他就是。

對非科學人講科學,只有應用常識的比喻引證。 講「相對說」尤其如此。 就是安斯坦自己,也一直用比喻。 他書裏所用的是火車,說明相對的理由。 有時還不免夾入專門名詞,我們沒有科學根抵的人,一看就頭疼,心理上就起一種失望心,再也看不過了。 我現在又要用比喻,你們請留心聽着。 假使人類都不生眼睛,那時我們就永遠沒有光的觀念,不生耳朵就沒有聲的觀念,假使宇宙之間只有一個地球是物質。 那時我們生在地球上,就永遠不能決定地球是動還是靜。 這無限的空間,絲毫不能幫助我們。 他也許是生根的,也許是不可思議的快動,我們渺乎小哉的人類社會,還是照樣進行,一點沒有區別。 就是在我們日常生活,我們決定一物體動定的方法,無非以旁的東西為標準,看他變換了地位沒有—如其變了,我們知道他是動,否則靜。 但是假使在宇宙間竟沒有東西來做標準,那時我們區別動靜的能力也就不能發生。 并且如其有這樣情形,連那問題都沒有意味。 地體動也罷不動也罷,既然沒有對照的東西,我們就無法可想。 我們只知道有地體的存在。 就使我們說地是動的,這動的觀念,也是虛的想像而已。 并且既然宇宙間只有一個地,那時連空間的觀念都變成虛了。 因

爲空間的觀念根據於物質運動的事實；既然我們沒有動的觀念，就沒有空間的觀念。

但是假使宇宙間除開我們所住的地以外，還有一個物體。這兩個物體面對面的相互的動。那時結果當然是無論實際上如何動法，我們只覺得一成不變，或者只覺察兩體忽近忽遠的依直綫行動。就是兩體間距離的增減，可以使我們知道地位的變遷——所以是動：如其竟沒有第三體來做標準，我們對於地體動的觀念，也就止此而已。同時如其有人在第三體上面觀察，可以看出那原先兩體不同的動法——一個也許老在那裏翻滾斗，一個也許似要大流星一般的動。但是如其那兩體都沒有覺得那三體，他們當然無從覺察他們自身異樣的動法。他們所能覺察的無非是兩體間的距離忽增忽減而已。如其後來那兩體覺察了那第三體的存在，他們也許以所覺察的距離變遷，原因於第三體而非他們自身的緣故（猶之坐火車看景物。）總而言之，他們所能知道不外距離的更動。絕對的動是非但不可知，并且沒有意義：因爲沒有絕對的動，就沒有絕對的空間，絕對的動既沒有意義，絕對的空間也沒有意義。

所以我們知道空間的觀念與動的觀念全以物體的存在的標準。空間依靠物質：離開物質，空間要沒有意義（因爲無從捉摸。）吾們不能着也不能觸。空間並不是一樣東西：他是一個意思，他的存在全然依據我們物質的觀念。照這樣推論下去，我們可以說因爲空間以物質爲標準，所以空間的大小，就以物質的密度爲標準。按科學家算，直徑三萬五千萬英哩（350,000,000 miles）的水球，可以充滿空間的全體。但是事實上宇宙間平均的物質密度比水的密度差得多，所以我們宇宙所包含的空間大約是直徑（400,000,000,000,000 miles）的球體。所有的東西全在這個大圈子裏面，圈子外面這句話又是沒有意義了。假使在這大圈裏面有一個物件永遠依直線進行，結果還是在圈子裏面。在事實上光的速度總算極快，但是光只能在圈子內行動：他好像我們繞地球旅行一樣，也繞着這大圈子走，照算要走十萬萬年（1000,000,000 years）方才能循繞一周。因此就有人說，我們也許可以看見十萬萬年前的事物，他們的光已經繞空間圈一周又回到老地方來了。哀定登教授（Eddington）甚至說有許多螺旋形的星氣或星雲，(Spiral nebular)實在是我們自己星系的幻景。照這樣說

起來豈不是十萬萬年前的鬼又回到老家了嗎？

看到這裏，我知道你們一定不耐煩起來了。這究竟什麼一會事，如何空間既然有一定的容積又沒有邊際的呢？容積既然有限止何以又不在邊際的裏面呢？要說明這一點我們又要用老法子了——比喻。一量的空間是一條線（只有長量，）但是你要是將那條線的兩端聯起來，他的兩端就沒有了，不過他那長度還是有一定的，是不是？二量的空間是一個平面，平面是有邊際的。但是這平面要是捲成一個圓體，那時平面的邊際就沒有了，可是他那面積還是可以量得出來，是一個定量。所以你說他無限也可以，說他有限也可以。無限的意思是說他沒有頭尾：有限的意思是因爲他有一定的面積。

所以無論是深是平面要有一定的範圍，除非彎起來。一根直線要是一徑往前去，長度就無限了；如其他要有一定的長度同時又沒有頭尾，他總得彎成一個圈子。這一彎就發生了二量的觀念，就是說彎的結果當然包含了一個面積，有了面積就有長寬可量，所以是二量。所以，雖然一條線元來只有長度——就是只有一量——他聯起來的時候，就包含了二量的空間。關於平面也是一樣的道理。假使平面是完全平的，那就沒有一定的面積了。如其他要有一定的面積，同時又沒有邊際，那他只可以彎成一個三量的球體，那時就包含了一定的容積，像一個球，或者像一個圓柱體，或者像一個香腸之類。

我們宇宙所占據的空間，科學家說也是沒有邊際的，不過同時有一定而且可測量的容積。這個道理可以照樣的解釋，就是，我們三量的空間也彎成四量了。安斯坦自己說那個東西是一個圓柱體；有人說不是圓柱體，那都是算學上的區別我們不去管他。難懂的地方，就是那第四量一進來，我們視覺的能力就不相干了。要來想像一個圓面，或者圓體有一定的量積可同時沒有邊際，那是容易得很。因爲在三量範圍裏面，講到空間彎做四量式，那時只可以比喻推想，隱隱有這樣一個意思，可不能以言傳了。結果是我們的空間是一個可量的體，是那體裏面，我們可以一直依直綫（我們以爲直綫）進行，可永遠出不了這圈子，走了幾萬萬哩，還是回到老地方。你說他奇，他原來是奇，不過奇的意思，無非說不是尋常經驗所能理會罷了。

「相對主義」照現在的成績，還沒有完全打破絕對的觀念，因爲他們承認宇宙間還有絕對不變的情形。照哀定登教授說起來，有一個絕對的過去有一個絕對的將來。我們對於時間的觀念依舊是無終無始無限展申不歇的一件東西。不過「同時發生」(Spontaneity)的觀念已經打破。譬如甲乙兩樁事情發生，我看是同時的，你看是甲先於乙，他看是乙先於甲。照「相對主義」說起來，誰也不能說誰不對。我們三個人所觀察的全對，因爲（同時）這個觀念不是絕對而是相對。這是依各觀察的人時間標準而定，時間標準無所謂對不對。

還有更要緊的一件東西，安斯坦一班人承認是絕對的[註四]就是光的速度，他總是不變，無論你用什麼時間空間的標準。所以安斯坦的相對學說，簡直將奈端的物理顚到一轉。奈端認定同時間空間是一定的，安斯坦證明時間空間是相對的。奈端認定速度是不一定的，可變換的，安斯坦說速度是永遠不變的。你看有趣不有趣？

按照奈端物體在空常依直線進行不息，除非爲外力所阻。就是說那物體移動的時候從此直到彼點經過兩點間最短之距離。按照安斯坦一個物體動是動的，不過不是在空間動而在「時間空間」動。而且他自一點至彼點經過兩點間最長之距離。他進行的時候他當然碰到彎的很利害的空間部分。他說相近物質的空間曲度最高，離物愈遠亦愈平。所以物行近他物的時候，他實際進入一個畸形的空間。但是他依舊進行；不過因爲那彎空間的緣故我們望出來就覺得那所經過的終並非直線而爲彎的軌道。這一條就所謂安斯坦的「普通相對說」(General Theory of Relativity, the other being the Special Theory) 講時間空間相對的是「特別相對說」，他這條說來代替奈端地心吸力的推測。因爲物質終向地心是原因於時空間之彎曲，而並非物物相吸的緣故，原來力的觀念是以人事來做定自然(Anthropomorphism)他那來源是人與外物交接現象的經驗。（比如用手推車車動，我們說動的緣故是以人力與車交接的結果。）這樣說起來，那相對學說的確是離開人事經驗來解釋自然現象的進步，就是所有現象都用純粹物質意義來解釋，更沒有人爲的方法及情感攙雜在裏面。

這相對學說對於哲學也有極大的貢獻。哲學界時常發生一個問題，不可思議的事情可以相信嗎——到什麼程度？斯

「實塞會經說過凡為不可思議的事情都是虛的」就是說凡是眞的事情都可以思議的。這句話語病極大。我們聽見練內功打拳的人，只要拳頭向你一晃(沒有到你身上)你就皮破，血流，或是受傷。不接觸而能傳力是一樁不可思議的事體。但是地心吸力就是這樣一件不可思議的假定。第四量至多也不過如地心吸力那樣不可思議。但是因為我們聽慣了是地地心吸力也就不覺得他如何離奇。現在第四量的說來是新發生的，從來沒有聽見過，我們自然覺得離奇。我前面說過，只要你有一隻飛眼就可以覺得四量的現象。我們決計不可以五官的能力來限制自然的奧妙。你只要有第六種器官你就可以發現這不可思議的四量世界。總而言之，一樁事體的確否，不必全靠體質的解釋；因為體質解釋的意思，就是以色聲香味觸為範圍。

有人反對「相對說」，說他無非是一種玄思，並沒有科學的眞義。照現在莫名其妙的哲學派別之多，也怪不得人家起那樣的疑心。不過「相對說」決計不是無聊的玄想，有兩個理由。第一因為「相對說」是科學試驗的結果，並不是空口說白話，而且隨時可用科學方法來覆驗的。第二「相對說」根本沒有玄想的意味，因為他完全脫離人在的感情意氣經驗種種，是純粹唯物的性質。尋常哲學多少總脫不了以人心解釋自然。相對說是徹底澈面拋開人間世的理論。我們人類一部智識史是發源於以個人為宇宙中心一直到放棄個人觀念，這「相對說」可算最後的一期。此是「自然法」的最後勝利，其範圍之廣為從前所未曾夢見。這是一個佛家所謂「大澈悟」，從此吾們戳破宇宙原來是一個盲目的機械，他那結構完全不是人的官覺所能推測。其實這不可思議的程度，亦與奈端的假定相差不遠。力，時間，空間，動，都是看不見覺不得嗅不出的一種概念。我們但只想像有這麼一會事。科學的法令無非是一種適用的假設。只有另外有一個假設出來能夠解釋宇宙間現象更為確切詳盡，我們當然迎新棄舊。就是這種觀念在吾們腦筋裏面拌熟了，我們才容易忘記他們的來源本質，們信以為天造地設的眞理。不要說別的，就是物質自身原來也是一種觀念，或者一種概論，從經驗上發生出來的，並不是一個原始絕對的事實。你如其說「相對說」裏面似乎矛盾很多，你可忘記了，你現在信以為眞的道理也是一樣的矛盾，不過你

不留心他就是了。伊太就是絕對哲學的一個設想，既不是根本於觀察，也不是起源於試驗，無非矯揉造作的一種說素罷了。他包含許多不可能和不相容的性質；他承認在自然界有一個「絕對」這一個至微的絕對說可以代表我們所觀察的那個宇宙的全體。總之，要是有矛盾的話，矛盾是在天然界自身組織裏面，並不是在解釋天然的相對學說。主張絕對說一樣與主張相對說犯矛盾，並且更多。就因爲他們的話陳舊的緣故吾們就「習焉不審」。宇宙不是一疋布，人心不是一管尺，布可以用尺量，宇宙不是一定可以用心量。「相對說」無非將天然界實際的狀況，不管他有理沒有理—公開出來罷了。總之，他那來源背景是清清楚楚的觀察與試驗。科學的方法自從幾百年前發生到如今一直領着我們往「試驗與謬誤」的路上走，走到現在居然發見了最簡單的宇宙組織的內容，難道我們一味先入爲主的倔强不肯服從事實嗎？我們只要跟着科學走，總錯不到那裏去。

(註一) De Guincy Essay on "Opium"

(註二) This Illustration was used by Dr. J. H. Jeans at a Meeting of the Royal Society, February, 1920.

(註三) The square of the distance travelled by the man between his birth and death minus the square of the distance travelled by light during the same period.

(註四) 最先發見光速度不變的試驗是有名的 Morley-Thickolsen Experiment 要知簡單說明看 Wilder Carr 那本書上的首尾二章，要知詳細看安斯坦及哀定登的書。

# 日用品製造法

並裝一冊　定價五角

本書就國人日常需之品。向來仰給於外人者。凡一百種。加以詳細之說明。製法有一百六十餘種。均一一由實驗而來。以為有志製造者之指導。且其法類多簡捷易行。不必備複雜之機械。重大之資本。一舉手即可出精良之貨品。際此外貨充塞國貨摧敗之時。小工廠或家庭個人依法倣造。大可以挽回利權。小可以裕生計。愛國諸君。盍興乎來。全書細目列下。

㈠教育品製法　各色墨水　西法墨錠　天然墨　寫原紙藥水　鉛筆　粉筆　複寫紙　便寫冊　動物標本　炭精　寒暑表　化學試驗臺之防腐法

㈡工業品製法　炭酸鈉　鹽强酸　漂白粉　驗花玻璃水玻璃　假漆　火漆　鉛粉　洋金粉　丹砂　楳銅油　鉀衰　銅之染色　鐵皮鍍錫　熟皮革　工業用各種接合劑　金工用各種銲料

㈢家常品製法　洋蠟　洋肥皂　洋燭　安全火柴　黑色靴油　洋漿糊　去油藥粉　蒼蠅紙　防火蚊帳　玻璃器鍍金銀　金線帶及花邊　棉花造氈法

㈣化裝品製法　香精　花露香水　西法香粉　液體香粉　西法臙脂　玫瑰香蠟　洗臉粉　洗臉膏　潤面香蜜　玉容油　爽身粉　牙粉　牙膏　烏髮藥水　生髮香水

㈤飲食品製法　葡萄酒　橙子酒　果品罐頭　果子醬　藍粉及荸薺粉　鮮花糖　永久不壞鹽肉法　火腿　牛乳　豆乳　澱粉　飴糖　洋醋　荷蘭水

㈥贋作品製法　人造黃金　人造古銅　人造鑽石及各色寶石法　人造象牙　僞玳瑁　僞雲石　僞櫻竹　假革　布製法蘭絨法　漂白布製綢法

㈦遊戲品製法　紅色焰火　綠色焰火　藍色煙火　白色焰火　起火藥　洋爆竹藥　玻璃鏡球　火光映相　晴雨計之圖畫製造法　哥路弟恩製物法

㈧利用棄物製法　西洋紙餔期製造　稻草製棉花　舊羊毛布提取羊毛法　墨魚汁製色料法　嫩樹枝製西比亞法　蠶豆葉製靛青法　敗黃酒改造洋醋法　壞紅磐造醋法　碎柿製澁法　棄物釀造硝石法　附錄作業須知

| | | |
|---|---|---|
| | 實業致富新書 | 全二冊　一元八角 |
| 教育部審獎 | 美國十大富豪 | 全一冊　三角 |
| 工廠適用 | 學理的管理法 | 全一冊　三角 |
| 教育部審獎 | 商業指南 | 全一冊　九角 |
| | 珠算入門 | 全一冊　三角 |
| | 中華商業尺牘 | 全一冊　三角 |
| | 白話商業尺牘 | 全一冊　二角 |
| 教育部審定 | 華英商業會話大全 | 全一冊　一元二角 |

# 相對律上之物質觀及自然律

英國亞庭頓(A. S. Eddington)原著
王崇植譯

「精神」(Mind)季刊是哲學雜誌之白眉，凡學哲學的無不知之。本篇載在該誌一百十四號，作者是個英國最有力的相對論者。他在一九一九年赴南美北非做日食測量，結果證實安斯坦的第二預言，為相對律築了一座長城。此篇係王君所譯，經我略略修正，特為聲明。　東蓀附識

相對律曾把引起大衆興趣的空間時間之新概念，導入於物理學。但在此新說中，物質之地位却少注意；但是用他來解釋物質本性，有許多地方比諸流行的定律要新奇精密得多。繞着我們的物質世界大約是精神所造的，和物質自身本來沒有多大關係。從此說而言，我們可以尋出有些精神力擇取或賦與外界以特性，且可以看見合理的認識不能擇取他種特性，在後面討論裏可以看到許多著名的物理定律，實非附着於外界，乃是起於精神，為精神所擇取的。

此種見解大概是與哲學上有些學說相合；但與物理方面亦很接近，這是回很有趣味的事。我現在要請求原諒，因為我不能把我的意思說得清楚，一方面是為了不能用數學名詞和程式，另一方面我又不善用哲學的術語。

為了便利起見，第一步在各種物理定律裏先指明幾個重要的地方。我們深信尋常的經驗之對象是非常複雜的；若要了解其相互的關係及解釋其現象，非剖解成極簡單的元素不可。把複雜的化成簡單，這是個合理的手續，此中涵有以已知者解釋未知者之原理。所以物理的最後概念是不能定的；我們只可知其有何作用，但我們無論用何種心思總解不得他們是何性質。物理定理的實體，大概可分三類。我們且把光波之電磁性定律(Electromagnetic Theory of Light)來做個例證。第一步有了個以太(Ether)。這個名詞已在精神上造成瀰滿空間無邊無際的一個觀念；但在十九世紀裏，以太所有類乎別種流質的特性已一個一個失掉了。到了現在，他的性質只有一個是和物質世界相同，就是三進(Three dimension)性——但這一點目下亦受了相對律的攻擊。去描寫這樣一個媒介物的本相(與本性不同)是不可能的。并且以太的自身是

不能受物理的度量。第二有一種量，像電力或磁力；他們的本相是說不出的，但是他們的強度可用實驗來測量。相對律根本上認可任何一件東西若何測量，他同外界別種東西一定是有關係的；所以第二類東西我們就叫做關係。第三，我們有一種光，還是經驗上的一件東西；這是人類宇宙概念中和物理分析世界裏共有的東西。所以那三類是(一)初步分析的概念，那是說不來量不出的，(二)關係，那是可量而說不來的，(三)經驗的事物，那是說得來的。

數學定律最初的組合是說不來的，這算不得是數學上一種特殊的畸形。但是在討論中間到了一種地位，我們應知道講些什麼；這個我們可由無法說明的複雜現像同我們經驗上得到的東西做個比較而得到的。看來這話似乎有些奇特，但是大家很容易錯個這點。

此處就有一個詰問。那些可量的東西——時間，質量，電力等——是否可入經驗範圍之內？當我們到了所講的東西都可測量的地位，我們可否再表示不滿意？現代的物理學者都表示滿足，因為他們並不需剖白物體的全部組織。各種度量都曾經驗中離切事物的扶助——像鐘呀，尺呀，電流表呀，——假使我們要做個完備的定律，我們要了解電流表如何量電力的大小，我們第一須用電流及別種由定律上來的簡單現像來研究電流表的原理。換句話說，定律須擴展到這樣一個地步，他的組織要同電流表同樣的可能證實。

從分析定律到現像的認識中間有許多可能的過渡路徑。上面已說過，物理學者大概是用實驗來測量物體間的關係。外界的分析如何深印到腦神經系的中心是另一回事。在這篇文字裏，我略講些我們日常世界上的關係，我們常看得見覺得到他們環繞了我們。我認世界上的東西都立刻受心的認識——這是我們的可下界說的——所以在這個上我們就有個很自然的過渡路徑。我們可以前想到電流，後想到人為的手續；但是依了數學的理想應跨過了過渡路徑，向前去從感覺的世界到分析的世界，再加前進的研究。

在相對律裏，最初分析的認識是「事端」(Point-event)。照尋常言語講來，事端是在指定空間一點上的一個剎那；這不

過是事端的片面解釋，不可認做他的界說，因爲經驗中的空間時間都是推演而得的複雜認識。從上所說，我們可以知道事端是不能下界說的，他的本性是超出於人類智慧之外。事端的集體就是世界（哲學上的術語）同時我們假定這個集體是四進的。我相信純粹數學家在四進上已有邏輯的界說，用不着那直覺的空間時間。從此一個事端可用四個變數或四個軸來定，在尋常日用裏常把三軸當做空間一軸當做時間。任何兩個事端的中間，常有固定的關係，這個叫做他們的「間隔」(interval)。那關係是一個有量的，我們可用數目來表示。那「時的距離」千萬不要當做關係中的真正關鍵，他不是我們的力量所可看到的。那名稱並不關於他的本相，不過關於他的性質，在高深的數學意義說來，他們是幾何的距離。高深三字是用來表明當兩個事端的「時的距離」消滅時，他們未必合一。（事端可用三進空間的直線來比，間隔就可比諸兩直線中間最短之路。當距離消滅時，兩線相交但未必合而爲一。「間隔」沒有事端那樣充妙，所以我們可用鐘尺來測量，但這也是玄想的結果，除非到了最後的時間才可達到。所以我們現在不過在分析的世界上開展，還沒有同自然間可量可見的東西發生關係。

且把世界的一小部分來看看。他包有一個極大數或且無窮多的事端，在兩個事端的中間都有個「間隔」的存在。假使我們有了甲事端同別個許多事端的間隔，同時還有乙事端和同樣那許多事端的間隔，我們可否算出甲乙兩事端的「間隔」？在尋常幾何學裏我們有許多規則來算這個，但在現在情形裏「間隔」所指出的自然關係，我們全不知道，所以我們不能預猜任何一種先天的定律。在一個小地方裏或者可有幾條公律來計算甲乙「時的距離」，但全部的世界裏是不必同樣的。無論其是否，或且各個「時的距離」都完全是假定的不連續的，但我們可用那種規則來表示一地方的平均數；不精密的物理度量裏，有用的不過是平均價值而已。這種「時的距離」間相互關係的規則，或稱平勻規則，用來可表出某地方的一種特質，那個在各地方是逐漸變換的。世界上一部分同別部分的不同——一種內蘊絕對的不同——這是我們定律上的出發點，用來解釋變化無窮的自然。

試舉一個例來解釋那個更使其明瞭，我經了再三思量特擇一個非幾何的例，因為我們一定要拋去一切帶有幾何色彩的距離關係。把事端來比人，「時的距離」來比交遊的程度。雖知道甲同丙，乙同丙的交友程度，但仍無從推定甲乙間的友誼，但是統計家可用來定某社會的平勻規則，或二人相互交友與他們和第三者相識中間的連續關係；假定甲乙都認識丙，那末他們二人認識的機會必多。那連續關係在一社會和別社會有高低的不同，如此就可計算社會間的內部不同。

數學家用一批系數來量此世界的質。那些系數是 $g_{11}$ $g_{12}$ $g_{13}$ … $g_{44}$ 併起來是個 $g_{uv}$。但是 $g_{uv}$ 除掉了測量這個絕對的質，還包有別的東西—物理的空間時間，那些我們現在不再認是世界內蘊的特質。哲學家和物理家解釋空時的意義，大概各有不同；前者認是事件的座位，後者還加上個測量的座位。哲理的空時早暗示世界四進的假設；但其與物理的空時，相差還是很遠。所以要把 $g_{uv}$ 給一個定數，我們第一須揀定一個坐標，這即是替空時下個界說，目下我們還沒到這個地步。解釋困難的方法是繼續不停去分析，莫管時間空間只要我們研究的結果在任何空時標準裏都能適用就够了。幸而純粹的數學家為了別種用處已發明了微分積分，那個我們可借來精密分析，莫管那坐標是怎樣。

由研究 $g_{uv}$ 從一點到另一點的變換—他的階梯—(Gradient)—並其階梯中的階梯，則可以得知一地方的別種複雜特性，但這裏涵有無界的空間時間。我們的目的是要從空間時間裏尋得世界內蘊的特質。用了種種複雜不堪的手段，我們得到一批數量，為便利起見就叫他們做 $G_{uv}$。這是必須注意，一個複雜的數學公式可以用來解釋一個比較簡單的意思。例如體面曲度的公式是很複雜的，但是人人在體面曲度上都有簡單的見解。用來 $G_{uv}$ 來量的物理見解對了我們是複雜不堪，但看有人能見五進則了解 $G_{uv}$ 便很容易了。

$G_{av}$ 那個量在安斯坦(A. Einstein)的一般相對律裏，佔有很重要的地位，相對論說在虛無空間裏的自然公律是

$$G_{uv}-\frac{1}{2}g_{uv}G=0.$$

這個實是新引力的定律，在尋常情形裏同牛頓的反平方公律相差極微，但他在天文上還能算出水星近日點行動的差

誤。他同牛頓定律不同的地方，就是他不先假定測量空時的方法。爲了這個理由，許多人所以贊成相對律。他表示世界上鄰接部分之內性的關係，不像牛頓定律只表示他們的性質和外來空間時間的關係。

當空間有了物質，那定律就加上Tuv一項，這是現物之密度運動量力引力的總合。新加的一項名爲「伸張」(Tensor)在方程式裏可看出他同空時依然是不相關的那新方程式是

$$G_{uv}-\frac{1}{2}g_{uv}G=-8\pi T_{uv}$$

(註)上列二式內之G是guv和Guv的複雜併合。

我想尋常對着這些方程式的見解，第一是代表一種附屬於連續(Continuum)的定律——那事端受了自然的必然性，雖自排成一種關係按照着定律而變更。當空間有了物質，他破壞了這個關係，重行排列成第二式所指示的樣子。

但是我想不甚合理，強認物質做外來之物，說他破壞我們原有的分析見解及由這個上我們所建造的自然公律。這便引起一種混惑。化學的定律不先把物質分成原子，却假定在連續的物質外面還有非物質的原子，從這個上才用了非物質的原子去找尋關於物質本性的自然定律，我們對之作如何感想？此處有個溢額，無論實體有何種非必要的化變，而我們必常尋着贋造的自然公律，此律實只是同一律罷了。光浪速率的結果同電磁浪是一樣的，這不是斷定以太的定律，其實不過是光浪和電浪的相同而已。

所以我們願意用別種見解來研究愛氏的程式。左側的消滅在任何地方都是表出一種有限和絕對的情形；假使愛氏的定律而不差，則凡沒有物質的世界其各部情形必是相同的。直到如今，我們還未有實據知道外界形狀在於我們感覺上，只使我們知有空虛。方程式中左面的一段完全是分析的量所組成的，這些分析的量現在還沒有確定的界說，此後我們在綜合中最早可能的時期內須把這種記號與經驗中的事物證其同一。簡單說來，這就是去研究我們講些什麼。這是我們的機會。精神測量外界常錯過了許多質的差異，從數學上看來那些質都是元素的精神雖尙未能覺着Guv所測的量，但已可

討論精神之認識空虛。愛氏引力新說，算不得是自然公律，他實在是個界說——一個異空的界說。

當 Guv—½guv G 不消滅時，我們便知世界之相應的性質卽是物質之分佈。第二個方程式告訴我們以物質之狀態密度，行動是世界某種特性之知覺上同等物。這個也不是屬於外界的定律，他只表示程式左面測出的量，從前雖是不能下界說的，而今却爲精神所辨別了。物質並不能使引力場發生不平；引力場的不平實在就是物質。

現在且指示那兩個公式的意義，爲何在解釋相對律時常失之於晦澀？尋常總把「時的距離」認是一個起點好像他立刻可用鐘，尺來測量；所以Guv是可量的，那公式就同物理學中常碰到的一樣，他所包涵的量都是可量的。但在嚴格的分析進化看來，未有物質介入而先用鐘尺來測量實是個不合理的手段。故由我們的見解，Guv是不獨不能知他本相，幷且也不能度他的量。那公式把左面綿悉可量的東西和右面生冷而不可量的併合起來，所以除掉了是個界說，他沒有別的價值。

認物質在引力場中是外來的實體，這是無用的，關於這點的爭執根本上我人須了解各個的立足地。一種物理現像如何在心上發生感覺是個極大的神秘。同時我們也很難說物質本性定律中那一條可使我們容易了解。那般認Guv是空間幾何界說的一個系數，他們必以爲那些量的組合可在心上創造感覺，實在是件怪事。但是我們知道Guv是不能下界說的，我們可把任何特性給他，只須在結果裏我們能看到他可在心上發生感應。認定腦髓由 Guv—½guv G 而構成，則至少可爲感覺之座位和別種可感的構造一樣。我們並不假定光線是種細桿，他致電磁力沿了他的路徑而播動；電磁力播動的中間實涵有光線。我們並不假定熱是一種流質，他致物體分子以猛烈運動；運動中實涵有熱質。同樣我們可不必假定物質是種實體，他致引力場以偏畸；那偏畸實是物質。我們將從這點上指出物質界說，他在著名的力學定律裏都可適合。

照這樣的觀察，物不能離心而獨立。物質不過是世界成分中萬千關係之一種：但我們應得說明這一種特別關係何以在心上有特殊的價值。心不在全體而特在一種關係上產生興味，是不必驚奇的，因爲心所見者是圖畫而不是顏料。

我們現在已得到一個由分析概念及其關係而定的物質界說。但我們須知物質和物質的運動不可混爲一談。當我

們擇定了一個假定的方法去量空間與時間，「伸張」的各條支線就表出密度，運動量及別種質量與速率的組合。在實驗裏，我們偵查物體行動是注意他在空間的一點漸漸消滅而發現於空間鄰近的另一點上面。此地所說的運動與性質是不相關的。運動之分析的見解是十分奇怪。他是世界性質 $G_{\mu\nu}-\frac{1}{2}g_{\mu\nu}G$ 兩條支線的比例。我們有了這樣一個物體運動的界說，他既不包有物質永久同一的意義，也不包有空間時間的標準，但從這點上我們却可進入物理中隔離的空時。

現在可以知道 $G_{\mu\nu}-\frac{1}{2}g_{\mu\nu}G$ 涵有一個重大的特性叫做「不滅性。」這個特性不過是數學的合一，因為他是許多簡單的 $g_{\mu\nu}$ 組成的。從這個結果，假使我們擇定一種測量空時的方法，物質是永久的；因為在空間的一點上少了一粒物體，但同時在鄰近的一點多了一粒，這可叫是質量的不滅。還有在前段所說的物質速率和尋常方法所量出是一樣，這個大概可做時間空間的界說的一個根據。可見運動量和能力是服從不滅律的。

這種推演的結果並不是自然律；這種推演應在幻的世界亦和真的世界有相同的樣子，或者把 $g_{\mu\nu}$ 不代表兩個事端的「間隔」而代表人類社會中的關係，那同樣的定律應該亦可引用。當預言這種定律時，我們可不必知曉外界分子的性質，我們所需知道的是心所能認識的那些服從定律中東西的名稱。

不知為了什麼理由，心常像偏愛永久的宇宙。真實的意義至少同永久的意義是相關的。所以心在外界擇出的宇宙，他常建築於永久的東西上面，同時，就認他是個真實的世界。我們知道，這裏包有一個特別的空時標準；故為了偏愛永久的宇宙才擇個特殊的空時，結果就令人很難相信他不是唯一的空時。我想這是由許多可以變為四進的空時而蛻成尋常空時的一大原因。

我們可否再往前去？為何世界各部表示的種種特性中只有一個——比較上複雜的一個——我們認他是真實？假定有一個胚子精神去測量外界，他定覺無形無空，因為他還沒有過最後的結論說「假定這是物質。」這是思想的分裂，說不定宇宙在何等情形裏產有識認能力。但是人類有生以來早覺得他的住處，必須是個合理的世界——是個永久的世界，不是渺茫

的奇地。事端，間隔，$g_{\mu\nu}$的性，都不是他需要的特性，他們沒有什麼好做。還需研究上去，直到那種量可用物質來證明其同一。此處有種相宜的材料。只有用知覺和幻想可使精神替他自己在外物中最眞確的中間找一個住處。選擇定了，蒼穹和大地的空時距離的擾亂，也可暫告終結。

質量不滅和物質常存不是完全一樣的，這點應須注意。精神常拘泥於物體原素的常存，對了不十分眞實的質量不滅也可滿意。如樹木怒放綠葉，如池塘乾枯滅跡，在初民的腦筋看來認是顯着的例外，但事實上由最精密的測量裏覺得質量不滅也未見十分切合。另一方面看來，物質的永存比質量的永存包有較備的意義。當阿雷司（Alice）的木槌變成火鶴，我們不必說質量不滅是破壞了；但是合理的精神總認這樣意外的事情無論如何是不普遍的。物體繼續存在實包有自然律，那些我們知道得很不完全，我們只得將這個困難，暫且不顧。當我們沒有指出 $G_{\mu\nu}-\frac{1}{2}g_{\mu\nu}G$ 涵有一切觀感世界中物體的性質，我們必需把他涵有別種簡單組合裏所沒有的重要特質指個明白。

選擇物質的條件，我們須想物質在分析的世界中所佔的地位沒有在觀感世界中的那般重要。最近物理學的趨勢，粗把他的結論說來，是宇宙間最眞確的量就是動作(Action)(力由時間而積總)。假使觀感世界的組織同物理思想是一樣，則我們應可看到的東西便是動作。為了沒有這樣的適應，常令吾人百思而不得其解，而今我們可看出那個理由了。

我深信精神在自然定律中間可以超過物理家所懸想的境界。我又深信引力及力學定律都起於心，外界是不相干的。這是無疑，那定律是依靠着精神在宇宙間物質上的選擇；但是自然也應供些含有合宜性質的材料？我對他很是懷疑。就我所知自然供給許多四進的事端，為了他們的關係是說不來的，故他們可有任何性質。在任何情形裏，我們可以擇一統系的實體當做事端，自然管理外物如何，是不打緊的。應用事端只有心靈是可以負責的。

我們現在已知物質及他的質量不滅能力，運動量同引力定律的同一。再講物質常存，這個需有經驗的空時及空間的一切幾何定律才能明白。一種最重要的現像，還沒有歸入我們的系統裏面，那些就是電磁和光的現像。最近韋耳(Weyl)

在愛氏的定律上有段令人注意的推論。在這個裏，電磁現像佔有分析世界中的重要地盤。他同簡單定律中不同的一點只是間隔；我們認他是有量的，所以甲乙和丙丁的兩個「間隔」是可以比較的。韋耳定律中不認有這種比較，他只認三個事端的三角關係。這點沒有數學當然得不到什麼結果；但是他伸引而得的世界之質可同電磁力電流等證明同一，同時又都可得電磁定律的認可。

假使我們承認那新定律的推論，就可知道一切稱做自然律都不過是證明同一——心靈所指示的量都是數學的同一，所以他們是服從那定律的。全部物理學差不多只是力學定律，電動學定律，引力定律，但是沒有一條在世界的自由組織中加以限制。此處有沒有真正的世界公律? 宇宙的組織是不是一片洪荒?

我們的答案自然是在反面的。此間確有世界的公律，最重要的或且是僅有的，就是原子律(Law of atomicity)。我們知道世界上有一種特質用來分解物質與虛空，我們却懂不得為何物質只存在於原子或電子中間。大概說來原子是起於我們觀感的間斷，但是原子不是觀感的物質；他在分析定律裏是用來解釋觀感連續的現像。我們的事端還不是最後的分析；我們或可更進一步分析得更為簡單，使一切物理定律和原子律都相符合。這個或是可能的，許多物理家對於自然律都認是暫時的最後結論。這個更精微的分析，立足點比諸昔日定然大不相同。那不同的地方可說是內外之分，原子律專講外界，物理定律則專談心靈。我的意思是說心靈只知各事的關係，故我們所說的定律都由關係上而組成的永久物體；物理定律之全恃於心的假定，就是為了這個緣故。外界的組織無論怎樣，我們可揀四進的實體來做事端。這種研究將把真正的自然程序同肉眼所見的分成二片，結果就可產生真正的自然定律。

我們承認或有真正的自然律，但我們還未能把他編成程式。原子論不僅在物質上指出組合，他還關係到放射上種種現像，簡稱量子現像(Quantum Phenomena)。我們目下對於這種發明的態度，還是迷離惝恍；他們已把一般定律編成程式，舊物理思想早遭到一個大大打擊。物理家昔日凱旋而得來的定律，和外界原無關係，他們都從腦袋中跳出來的，人類的心

靈可不替那無形的紛亂的宇宙結出一條眞正的自然公律?

我們也須承認原子論在我們現代的觀察裏引起很大的困難。物質是世界上一種特性，人類爲了特殊的理由認他十分重大；在自然方面也像附了心靈去探出原子的性質。假使我們再多曉些原子間的關係，照我想來那些困難大概可以消滅。就我們現在所知力學中的動作是原子的一種，一切原子現像，這是根本的原始。設此而準，則這個定是自然自己的意思，我們沒有甚麽關係。韋耳定律裏只以動作爲世界唯一的特性，也是爲了只有動作可以是原子的。別的概不能用絕對項數來計算，故我們說一個原子包有同量的性，這是沒有意義的。但是動作是個純粹的數，他的單位是個定數。故若我們認物質的原子是從動作量子的結果，上述的困難就可消滅，不過這個在目下還是一個空想而已。

根據這個上產生的物理定律，目下還在試驗時期，我不敢說他定有物理發現的結果。但至少這也是一種思想方法，爲了物質的常存就認他是世界的特性，好像臨海四眺滾滾的流水中間湧有連續不斷的白浪，眼兒就揀出那浪形一樣。自然律不過包有這個同一，他原是間接由心靈上來的。我們好久未能有定律來適應世界眞正的自然律是屬於外界心靈對了他們實是無力創造。

# 相對律（註一）

（此篇載愛丁堡季刊去年十月號）

于律奧武(Hugh Elliot)原著
王崇植譯

新定律的出現把舊有思想方法推倒，這種緊要時期在科學史裏是時常有的。照例說來普通人士對着科學前進的細小步驟，是不發生興趣的；實在那種細小的步驟大概也都沒有偉大的表現。但是等了幾年，他們積起來聚成一大批新智識，那些在人生和宇宙的一般定律裏，就不能置之不顧。我們舊有定律是不再足够包括他們；一個哲學的改造就要出現，智慧的沸騰把舊有律令打破，加進新的來概括新智識及舊的一切。這種緊要時期常常包有思想的大革命。他們常把昔日不發生問題的事實加以否認。這種變換是偉大極了，把我們自己的概念及宇宙都在根本上發生搖動。假設我們從前保住了這樣的差誤觀察，在我們最信仰的中間有多少此後可免掉打破？有沒有那種事物我們可十分斷定他是準確的？

各種思想的革命常是同一性質的。他們都把我們個人的惟我的宇宙觀漸漸減少，他們另用一種方法來代同我們有限的腦筋所直接得到的觀察漸漸遠離。我們每人都免不掉認做自己是宇宙的中心。當物件觸着我們，我們才認識他們；各種事物都從我們五官的經驗得來，事物漸不眞實，我們就漸難認識。我們各個都在自己的宇宙中心在初民的思想自然認定人為宇宙中心，還說我們是創造宇宙的公律。但是我們知道那些公律同別個民族所得到的不相適合；因為他們的中心同我們的是微有不同。所以一定要有個較大的觀察——一個較曠達的見解——在這個裏我們認出我們實在不是宇宙的中心；我們在宇宙組織的中間，實在沒有初民所假定的重要。

所以此後就常常假定地球是個中心，一切天體的星球像太陽等都繞了他旋轉。加里里亞(Galileo)(註二)和哥伯尼(Copernicus)(註三)做過一度思想的革命，我們就此不做星球和太陽的中心而做一個宇宙的附體。人類是各種生物中獨一無比的，這種假定流行了好久。達爾文(Darwin)(註四)又有一個思想革命從此我們所僭越的尊嚴地位又失掉，而知

道原也不過原始生物的一族，同猴子是同一血統的兄弟，并且是從最初海洋內最下等動物一脈相傳而來的。這樣看來，思想的缺點我們略有線索可尋，那些缺點常用了前進的智識來做週期的革命。那缺點的原因實產生於人爲中心的假定。那新智識有許多地方同這個反對；所以從一個較廣的觀察，一個減少惟我的觀察事物，我們的思想也跟着改組。

這是一種自然趨勢，最近的思想革命應該在物理上。前世紀生物學用了進化論來解釋古生物底偉大骨骼；在流行的律令中間沒有一個可以解釋得那樣圓滿。在上一世紀物理上的發現，早在我們昔日意思所組成的木架上壓得緊緊。質量不再是個不可變的量，他是依了速率而變的；并且物質自身似乎逐漸消滅，變成無限小的電體，不再有形質，各個分離得很遠，前前後後的飛舞，他們的速率是快到令人駭異。熱，火，就是動，尋出來都是有重量的，但他們都非物質。我們從前所有哲學概念的界限是太狹窄了；不能了解新事實，在理論各方面都覺太小，而需有擴大的必要。某種事情一定在某處要爆發了。某種事情已爆發了；我們最不懷疑的信條已射到天空去了，相對律已在舞臺上開幕，又把人類自認爲宇宙間物理事實的中心及判斷者的地位排擠出來。

當加里里亞說地球繞太陽而走，同達爾文說人類同猴子是有關係的，大家對於這種假設又乏味又厭惡，（他們常是這樣去觀察他們所不喜歡的事物）用了尊嚴的道德的疑慮去觀察他們。那牧師認這種事情是不可輕易放過的，加里里亞被迫而反悔，承認在真真的道德底下，太陽實在繞了地球而走，他的反對原不過玩玩把戲而已，這個他現在看來實是大不恭敬。在十九世紀各事已完全不同。沒有一個敢拿燒斃達爾文來做恐嚇，但是牧師們認是他們應急需更正的，在大衆前頭，把道德的墮落及新律令的謬誤說得淋漓盡致。相對律的命運是更好了。在科學史上，這樣大的革命在短期間內四方蔓延出去，即受公衆的認可，恐是破題兒第一；并且那定律也是玄妙異常，同令人驚駭不置的。

在真實的科學裏面，那目的是說明在某種情形裏我們所應該看到的自然現狀。在天文學裏所說的星球和行星的行動，假使我們在極外的點上用爲眼的觀察，我們應得同樣的結果。在化學裏所說的物質組織，假使我們的眼兒是可穿過無

限的應看出相似的組織。在地質學裏所說的地層的沉澱及地球的歷史，我們若能退到太古，同樣的事實可以看到。這種科學只說我們的五官將受到如何影響，假使我們能在較優的情形裏觀察。講到相對律的效用也不過如是。他只說世界將成怎樣，假使我們不是有兩只靜的眼兒，却有一定一動，動的前前後後，其速率是幾同光速相等的，我們可懸想到各事各物一定同現在是完全不同。他們應該都存在於四元中間，不像現在只是在三元裏面，萬物不獨有高度長度闊度，但還有個第四者，這個我們叫他時間。

假使我們全身奔馳於空間，速率是依時而變，有時則同光速相等，上述的結果也可得到。或則若有天體的星球在我們旁邊飛過，其速率是依了這個程序，我們也可得同樣結果。他的形狀同靜時觀察所得的將完全變換。他在行運的方向將呈平扁的形狀。假定動的東西是本書，那書是沿了側面而動，（卽他在書架上一端推動的行動）他將變成一本較靜時薄些的書。假使他向背面而動，（卽是直接在書架上取出的行動）他依然是本尋常高尋常厚的書，但却變成一本較狹的書，好像他可以放在較狹的書架上面。但是他不能放在這樣的書架上，因爲當他停止行動的時候，他依然是原來那樣闊度。再說一說，假使他向上行動，他變成一本短書，好像在低的書架也可直放起來。簡單說起來，物體的長短厚薄是依了行動的速率而變的。假使我們登在這樣的物上經過別種物體，他們都是同等的變成平扁。每個觀察者說他是靜止，別的人是在行動；他想他們雖變平扁，他的長短厚薄應該不變。這個好像不能並立，但是很奇異，他却是可能的。這個實是相對的意思。假使長度是個絕對的量，那末一根棒不能同時四寸或六寸，無論我們如何顛之倒之。但是依相對的意思，長度不是棒的一種絕對的量；他不過是爲了觀察者的方法不同；他研究到物外的天性，那個只存在於他的腦筋裏面。

寫到此地，沒有什麼是不易了解的了。假使我們在彎曲的鏡子裏照影，同樣的事情也可以得到；所有在某方向的長度是縮短了，在別方向的則增加了。許多酒館子應用這個來做廣告。在你進去的時候，你在鏡中看出是又長又瘦。當出來的時候，你在別一鏡子看出，你是又壯又矮。這些都可應用在收縮定律，我們觀察宇宙也經過了一重歪斜的鏡片。那歪斜

的程度是依了我們看得的物體速率而變。那惟一的難題，就是我們永不能告訴明白那個是歪斜的觀察，把那個是不歪斜的觀察來做個比較，因為我們只有宇宙相對運動的智識，我們沒有絕對的。所以各種的觀察都是同樣的正確及同樣的真實。

物體在極快行動時還有件異常奇怪的事情，就是在那個上的物件行動得十分遲緩。假使我們可以用望遠鏡來追蹤那極快行動的物體，我們可以尋出在一點鐘之後，他附帶的鐘表走了只有幾分鐘，不獨鐘表，別的東西也都行動遲緩。時間同空間像都受同樣的變形，同電光影戲一樣，把各種事物都大大的延宕。但是從動的物體方面看來，各事却都照着尋常行動。他們看來我們各種事物也都遲緩了下去。當他們用了望遠鏡看我們的鐘，他們尋出自己的鐘已走了一小時，但是我們的鐘還不過幾分鐘而已。雙方似乎很明白不能都準。但是他們却都是可能，都是準的；這是相對律。

如此說來理論是很容易了解的。沒有疑惑，我們太輕信了；他的說法是很淺近，但是我們不可輕信。他們不過說假使有物經過我們，他的速率是很大，旁的東西就要變成怎樣，這個我們自己不能校正。但是無論如何，他們沒有理由來這樣攻擊一個科學的結論。我們不能不承認各物在各種情形裏的形狀。沒有一件是在我們經驗之外。彎曲鏡子及電影早把空間時間歪斜的實例給我們看。犯鴉片烟病的人有同樣的感覺，湯麥司提崑臾（Thömas de Quincey）（註五）形容得好，他說：

「空間的感覺甚至於時間的感覺，都受到重大影響。房屋呀，遠景呀，及其他一切，都是光怪陸離，有形質的眼兒實在不配去接受。空間漲得真大，漲得說不來一個無限大外又一個無限大。那個使我十分忙亂，但時間的大伸張使我更加忙亂。有時我在一夜裏好像過了七十或一百年的樣子；更有甚者，有時得到的感覺竟是表示一個超過無論何人經驗裏所得到的一個時期。」

在人類中間，常有時間空間標準上比較的不同。假使我們包括了下等動物，標準一定更多變換。海鳥及在他管內沒有能力移動的寄生蟲，兩個的空間觀念一定大不相同。我們的時間觀念同蜉游（Ephemerides）的一定完全不同。那個是

眞確的意思？兩個都是，因爲空間時間同觀察的腦筋是相對的。

這都是事實，他的解釋怎樣？在這個地步那定律是難了；因爲他包有第四元，那個是無論如何竭力幻想是不能看得的。老實說來，那定律完全是數學的。數學裏的記號，沒有什麼物理的意義可以强加上去的。那四元也恰像一個記號，全部的困難是不能變成看見的。如何一件看不見的東西可以存在，這點下邊再說。現在且先把如何包有四元的道理說出來。

我們慣常說明一件物體的大小用長高闊三量。假定一個書販子要把書的眞眞形狀登廣告，他只須說出三個尺寸，卽高若干，長若干，闊若干。那書的形狀，買書的都能一目了然。但是嚴格說來，那結果是十分不明瞭，很容易引起極大的差誤。此處有一本韋白斯脫字典；甲乙二人量他的各邊長度，他們量得都很準，但是他們的結果是完全相反。甲說這是十二寸高，乙說是六寸高；甲說九寸長，乙說十二寸長；甲說六寸厚，乙說九寸厚。那個不同是從何而起？原來如是，甲量的時候那書是立的，乙量的時候那書是平的。長高厚都是假造的解釋，他們完全同觀察者是相對的；那錯誤的發生點，實是學相對律者常常大惑不解的。在尋常生活裏，我們假定上下的長度是高，但是長闊是常常分不清楚的。在空間是沒有上下的，三元的方向都完全是假定的，除掉他們互相成直角的時候。所以假使兩個人量得都十分準確，但是一物體在空間的三元長度各各不同，大概是爲了他們量的方向不同的緣故。當我們尋出兩個人所量的長度不同，我們可預想到在高度闊度裏面，一定可以平衡。在長度中損失的，一定可在闊度裏贏轉來，所以無論如何量法，那物體的體積，在二個人的結果底下，一定是相等的。三元相乘之積，在二人裏是同樣的。現在我們可以拿這個來解釋物體在空間行動極快，前後變成平扁，但在那物體上的人，却沒有這種平扁的現象。我們問，有沒有什麼東西在餘二元裏可用來平衡第三元之差。沒有，高闊在兩個情形裏是不變的，不同的地方只有長度。但是物體照我們的假定不存在於三元而存在於四元，那平衡可在第四個看不見的軸上。這是的確所碰到的。那第四元是時間，那事物在行動物體上遲緩的時間，尋出來恰可平衡長度的縮短。

爲什麼我們沒有看見第四元的器官？這個是爲了第四元在地球上的東西看來，常是個不變量，我們就置之不顧，我們

沒有器官可以探得來，他是永不能看見的。 他的量只有在行動極快的物體上同我們比來才有不同；但是他的量一變，別方向的度量也隨之而變，藉此平衡一切。 簡單說來，宇宙間不是有兩件不同的東西，一個是三元的空間，一個是一元的時間。宇宙間只有一件東西叫做空時的四元。

上面說過一物體的三方向無論如何量法，他的體積是都相等的；他的體積是同方向沒有關係的。 這個可同樣應用在距離上面。 假設有一點是比我們東三碼，北四碼，他的距離是五碼，方向是約在北北東。 這個是從著名的宥克立特(Euclid)（註十八）定律裏算出來，那定律是：在直角三角形裏弦之平方是等於勾股平方之和。 假使我們的羅盤針差了，他的北極指向西北，那末東方就變成東北了，他的結果怎樣？ 那點就變成在我們北約兩碼，東約四碼有半。 勾股平方之和是依舊二十五，點的距離依舊是五碼。 簡單說來，我們無論用各各不同方法來量長度和闊度，只須我們量得不差，絕對距離的結果是完全一樣的。

現在在空時四元裏，也有相似的量，完全不受方法的影響。 這個叫做兩事的「時的距離」(Interval)。 上面已說及，一個行動極快的人將看見物體的長短變換及時間的標準遲延，但是他在同時間所量的兩事的「時的距離」同我們的一定和諧。 一個人的生死距離，在甲看來是一千里及七十五年；在乙看來或且是幾萬里及七十六年。 在兩個情形裏，那人在生死間所走的距離平方減去光線在同一期內所走距離的平方這數是個定數。 那量是永不變的，我們儘可用不同的方法去觀察。 那「時的距離」的概念用物理來想不甚了解；他在數學裏叫做幻數，像負一的開方一樣，在三元裏我們可用一個連接二點的直線來表明那兩點的距離。 但在四元中我們無法可用直線或別種線來表示兩事的「時的距離」。 除掉了數學公式，這是不能了解的。 只想去看見他，這是很難懂的，因爲他是超出於我們有限的五官外面。

相對的眞意可以這樣闡明，假使我們設想在宇宙間，除掉了一個獨一無二的物質之球，再也沒有什麼存在。 假使我們要定那球行動與否，我們將登在那塊？ 特別相對律說人在這球上是不能知道他在空間的運動。 各件事物在那球上完全

一致，無論那球是靜的或每小時行走億萬兆里。

在尋常情形裏惟一的方法去斷定那物體是否行動，只要看他同別物相對的地位有否更動。但假使在宇宙間沒有別的物體，我們就失掉相對的根據。所以要決定他是否行動是沒有方法的；那問題自身是沒有意義，我們也不難看到。假設我們說他的速率是每小時萬里，這有什麽意味？他既不同別的東西漸近起來，也不同別的東西漸遠起來，因爲在我們設想的宇宙間沒有東西同他漸近漸遠。所以在這個大球裏，各種事物都保住常態，無論我們怎樣去假定他的行動。我們所知道的是那個大球的存在；假是我們同時說他是動的，這句話有什麽眞意義，其實這是沒有意義的。這個不獨爲了我們不能定他的行動。當宇宙只有一個物體的存在，那行動不過是虛幻的認識。我們也可以看到空間在這種情形底下也不過是一個虛幻的認識。我們對於空間的意思是物體可以在他範圍內行動；我們既失掉了行動的意思，我們就同時失掉空間的意思。

現在假定空間不止一物，空間是有二物的，他們的行動是相對的，但是他們都面對面的行動。這是很明顯，無論其行動如何，他們總是一定一動，或者沿了直線漸近或漸遠。惟一可能看到的變動，不過是兩物間距離的增加或減少；別類的行動沒有了第三個做標準是不可能的。一個觀察者在在第三個上可以看上列二物中之一是打着圈兒或別種奇形怪狀的路；但是兩物若不知第三者，這種奇形怪狀的線是大家都永不知道的。他們所能看到的不過在各種不同的速率裏，雙方漸近或漸遠罷了。假使他們知道第三者，他們可把距離的變更歸到第三個物體上去，不是直接他們的行動。簡說起來，距離的變更雙方都可知道的。絕對的行動不獨失之虛幻，并且沒有意思。從這個上可以知道絕對空間是同樣的沒有意思。

空間的認識同行動一樣都根據了物體存在而來的。空間是完全依靠在物質上；離開了物質，他是沒有意思。我們看不見他，我們覺不得他。空間不是一件東西；他是我們的意思，那個是根據在我們物質的概念上的。假定空間是依靠物質而來的，我們想來很想聽見空間的量是依了物質密度而定的。三萬五千萬英里半徑的水球可把空間裝滿。但照事實看

來宇宙間物質的平勻密度是比水小得多;由計算上得到我們宇宙的空間大約是個圓球,他的半徑約長400,000,000,000,000,000,000英里。所有的物體都包涵在這個圓球中間,「球外」是一個沒意味的名詞。假使一件東西在直線上前進,永久行動,他依然是留在球內的。在實例上光的速率很快,但光不能躍出空間的球外,他不過繞球而走,約十萬萬年走遍一次。從這個上可以知道十萬萬年前的事物我們或可看見,因爲從他們上來的光已走遍了宇宙,重回舊地。歐庭湯教授(Prof. Eddington)還說許多螺旋形的星雲不過是我們星球系體的幻景,——一切鬼怪將回到他們十萬萬年前所常住的故宅。

前面的定律,有許多地方好似不經之談。空間有一定的容量却又沒得界限,這個如何能夠眞確?如何可以體積是有限的,而却又不包在什麼界限裏面?用空間的一元及二元來做比較,空間的意思或可明瞭些。空間的一元是根線,但是若把他的兩端接起來,他就無始無終,但他却有一定的長度。空間的二元是個平面。假使那平面做成了一個圓球,那末他沒有界限,但是他的面積可以眞眞確確的測出,他是一個定數。一個小蟲可在球上行走,無論如何他不能走近或離開他的假使宇宙間只有一個平面,空間就只有平面,沒有別的。在無始無終說來,他是個無限;在有限的面積說來,他是個有限。

在平面及線裏,假使他們要變成有限,他們都需彎曲。一根直線引長出去,結果是無限;假使他要有有限的長度而沒有兩端,他一定須曲轉來自己相互連接。那圓就變成第二元了;這是說他包了一個面積,面積是有長有闊的。所以雖則線的自身只有長度及一元,但當他連接起來,他卽包着二元的空間。面積也是這樣。假使平面是絕對平的,他的面積一定是個無限數。假使要他是有限面積而沒有界限,他一定須彎曲轉來變成三元,如此他就包有一個有限的容積,像個球體,圓錐體,救命圈或別種環繞空間的東西。

我們宇宙的空間早說是無邊無際的,但是他却有一定及可量的體積。這個可用同樣原理來講,那卽是我們三元的空間已曲成四元了。安斯坦教授(Prof. Einstein)(註七)自己說他曲得像個圓錐體;別的說他別種形狀,但這是數學公式上

的問題，他是不能變到可以看見的。自從四元之說進來，我們可能看得的能力就此減少。這是很容易在一元或二元的空間裏認有無界無限而却有一定價值的東西。我們講到空間的曲度就惟有借重比較來表現他的意義，同時證出我們的空間，全體說來是個可能度量的量，我們可以沿了直綫行動，但到底不能到距離我們出發點幾萬萬里之外。

相對律到今日還不能完全脫離絕對。照歐庭湯教授(註八)所說，有一個絕對的將來及絕對的過去。我們還可以繼續承認時間是無限的，不可量的，他是無始無終的。「同時」(Simultanity)的意思是不能成立。假定有甲乙兩事，他們從一個觀察者看來是同時的，但第二個說甲在乙前，第三個說乙在甲前。相對律是不允許我們說誰是誰非。他們都是同樣準確；因為「同時」不是絕對的是相對的。他是依照各個觀察者時間的標準，一種時間的標準同別的都是一樣準確。

還有一個相對律中容受的絕對量，那是光的速率，他是一個定數，無論我們引用那一種空間時間的標準。再有第三個，是上面已說過的兩事的「時的距離」。

依照牛頓(Newton)(註九)的說法，一個物體在空間永久在同一直綫上行動，直到他受了外界力量的影響為止。這是等於說，他從出發點到別點去的路是根最短可能的直綫。依照安斯坦物體不在空間行動，他在空間時間裏行動；他從甲點到乙點的路是最長可能的路。在他疾馳的中間他自然要碰到一部分極曲的空間。空間鄰近物質的一部分，曲度甚大，同物質離得漸遠，曲度亦漸小。所以當一物體同別一物體漸近的時候，他就進一個變形的空間。他保住原路；經過那空間；但是為了那曲度，由我們看來，他不再沿了直綫而進，而却走圓形的軌道。所以地攝(Gravitation)的現像也說明了，用不着地心吸力存在的假定。力的認識完全是人為的；他的來源是從人類同外物動作的經驗。這是相對律的長處，能把自然超人的見解又進一步；把萬物都收拾到物質的範圍裏來，不雜有什麼人類方法或情感上的種種假定。

相對律在哲學真理上也做有力的暗示。一件完全覺不得的東西，他究竟有多少真實？斯賓塞(Herbert Spencer)(註十)斷言萬物覺不得的都是虛偽的。但是這兒在問題的雙方都是覺不得的。力可經過距離是覺不得的。地心吸力

的覺不得同四元一樣，但是他是覺不得中我們所最熟悉的，所以對他要發生適當的奇駭，需要許多力量。并且前面已說，我們若有一只快速率的眼兒，四元就很易看到。我們萬不要限制自然，因為我們只有五官。在這個裏，我們可以真確說出第六器官的天性怎樣，他是用來觀察現象的。結果說來，一件事或者是真的，雖則他沒有物理方法去變化；因為物理方法的變化，不過用我們所具的最少數很軟弱的五官來變化成一種文字罷了。

許多奇怪的問題紛至沓來，相對論學者還沒有答覆。試舉個例，他們說物體動得愈快，變得愈薄，直到他們的速率等於光，他們就沒有厚薄的存在。當他們在這個速度或近似的速率裏動，他們看起來是一片無限薄的東西在空中飛過。尋常的人自然要問他們走得若比光快，他們將若何形狀。這個問題的答案是：一切物體的速率不能過於光的速率，因為他的惰性要變成無限大。我們臉致在這點上請相對律的著名學者弄得更加明白些。他們是承認一個物體可以動得同光速近乎相等；我們在實際上尋出放射能裏的B點（或譯音作「陪泰」）之速率，確是近光的速率。現在假使有兩個B點在相反的方向行動，他們併合的相對速率是比光的大許多。在一個上看別一個將成何種模樣？當他們速率增加的時候，他們漸漸變薄，直到後來變成一片平面。相對的速率再加上起，他們是不是重厚起來，在第三元上增加個幻數？

時間將變倒退否，弄成一個物體將在出發之前先到路的終點，他的人民將先死而後生？這個我們還沒有結論，但安斯坦歐庭漢兩教授所提出的相對律，已有偉大的勝利。假使我們取了個正當的觀察點，真實的東西可否變成虛幻？別的虛幻的宇宙是否可以存在，他們看起我們宇宙內是個虛幻的——一個直接把內部反做外面的宇宙？

⑧ 相對律受到一種反對，他的根據是說相對律是一種玄學上的律令，同科學精神是相反的。這是個必然的趨勢，從世界上已受無量數玄學的欺詐，這點看來，如此驚奇的定律應該有一時期的疑慮。他同玄學上的定律根本上有兩點不同。第一他是可以用觀察來變化，第二他完全是根據物質的；這個是說他不用人類的感覺來分析或者從精神方面着眼。玄學的定律總帶有多少人性來解剖自然；放大呀，蒸升呀，變形呀，到底還是人類腦筋中所有的類似來做結論。相對律就不同了，不

用人類的情性來描寫自然，不信昔時所認識的。用了這新定律，我們同古代以人爲中心的見解又離開了一步。這是反對神人同形同性說的末一句話。這是萬有定律的勝利，勝利到非我們預想的地步。從此大家感覺自然是一個盲目的機械，他的機械原理是沒有人類感覺中意思的色彩。我們從這個上知道許多事情是眞確的，他們雖是不能用人類的知覺來看見。

就是牛頓的機械原理也是這樣。力，時間，空間，及別種的觀念都是觸不着嗅不出的。他們都是純粹心靈的組合，只須有了別種組合可以較圓滿來包羅已知的事實，那末舊的自然可以棄掉。這不過爲了大家都熟悉那些觀念，我們就此不能看得他們的玄學本性。物質自身也是經驗上聚成的概念，不像我們常想他是個簡單絕對的事實。許多相對論的眞理都可同由舊的觀察方法所得的眞理相並行。能質(Æther)是一般絕對論的哲學家所假定的，他包有各種玄學的缺點，他不能用觀察或實驗來證實，因他都同他們相反的。他是一個新的集體，(Entity)爲了要用人類的視察來解釋自然現象而設的。他併合了許多不可能同矛盾的量；他在自然間建設一個絕對，這就是代表一個宇宙，他雖同我們的世界大小不同，但是同類的。眞理是附着自然，他不附於相對論的宇宙的。那絕對論者也有許多眞理同相對論者一樣，或且多些，但是退到後面去了，結果就不能令人注意。

眞理是附着自然，因爲人不能把萬物都考量一回；因爲在宇宙間有許多東西是不配人類狹小的腦筋的。相對說不過把他們指出來。他還沒有得那些眞理；他不過帶他們到了可以看見的地方，許多人現在還是第一次見他們，那一般人從前總沒有想到他們的存在。常常恐怕眞理是科學的大毒。觀察和實驗引我們到奇異的世界裏去，他們的最淺近的結論到今日也還紛爭不已，生理機械定律是個好例。我們的房屋將建築在磐石上面了，從這個上我們可以知道古代原有的土地早被科學智識的波浪打得飄零無狀。等一回兒，我們就有新房住了。但是我們須深信早些或遲些，我們再須向前上進，走向前去，直到科學發現停止了，我們才休止靜息——一個死亡的靜息。

(註一)相對律德名爲 Das Relativitäts Prinzip 英名爲 The Principle of Relativity 或譯作「相對性之原

理」意義上雖較明瞭，但微厭應用不便。這個定律將來在哲學科學上將引起重大的變化。倡其說者爲德儒安斯坦，在近幾年來發展得一日千里。英國在一千九百十九年特地派許多學者到北美非洲做個『英國日食的遠行』(English Solar Eclipse Expedition) 來證實他預言光綫過攝力場時彎曲的角度是一秒七五秒。這是達爾文後的一個科學大革命，雖則他的命運如何目下還不能斷定，像英國著名的科學家盧奇 (Sir Oliver Lodge) 到今還是懷疑，及最近在德開過一個「救濟德國純粹科學大會」把他痛罵，幾有逐出柏林的趨向，但最後的勝利照思想的程序看來，究竟是在相對律的。我自己很慚愧沒有過相當的研究，冒冒然就將此文翻譯出來，但是我的意味是希望引起國人研究的興趣，關於相對的重要書籍有下列幾本：

一般的及特殊的相對律　安斯坦著　英國勞伍生譯

Relativity: The Special and the General Theory By Albert Einstein, Translated by R. W. Lauson.

空時與攝力　歐庭湯教授著

Space, Time and Gravitation By A. S. Eddington F. R. S.

安斯坦攝力定律的基礎　佛勞特立吁著　英國白羅斯譯

The Foundations of Eirstein's Theory of Gravitation By Erwin Freundlich, Translated By H. L. Brose

近代物理學中之空間與時間　許列克著　英國白羅斯譯

Space and Time in Contemporasy Physics By Moritz Sohl'cks, Rendered into English by Brose

(註二)加里里亞 (1564-1642) 意大利人，他是個近世科學的鼻祖，地動說的成立他是個大功臣。土星環金星從星種種，都是他慘淡經營的勝利品。他在科學史上的地位同牛頓可相頡頏。

(註三)哥伯尼 (1473-1545) 波蘭人，他是第一個認識地球是動的，新天文學的基礎就建築於此。他的名著是

De Revolutionibus Orbium Celestium

(註四)達爾文(1809–1882)英國的大生物家，首創人猿共祖論，自然科學的大革命，他是個先鋒。他主張物競天擇，優勝劣敗。著作中最著名的是種源論及人祖論二書。

(註五)湯麥司提崑典(1785–1859)是個有名的文學家，與文豪嘉萊爾(Th mas Carl le)齊名。他自己是吸食鴉片者，著有一個吸鴉片者的懺悔(Confession of an English Opium Eater)內中說得躍然如眞，令人回想那烟鬼的形態。

(註六)宥克立特生在耶蘇降生三世紀之前，他是希臘大科學家之一，著有幾何學十本，做幾何的基本演繹科學的完備在那時已集大成。弦之平方等於勾股平方之和那條定律雖不是他發明的但確是他證實的所以我們歸功於他，就叫他宥克立特的定律但多數人也稱他做 Phythagoras 的定律。

(註七)安斯坦是德國近時的數理科家大學，他原是猶太人，生於一千八百七十九年，如今還不過四十二歲。在一千九百零五年他發表篇論文說空間時間都是相對的，到一千九百〇七年他的思想更精微，更把相對律說個明白。那定律的原理，上文已說及，他的基礎是建築在二大公準上面：

第一公準　空間的絕對等速運動是不可測，不能知的。能質中的絕對等速運動也是這樣。

第二公準　自由空間(Free Space)的等速率人人看去都是一樣，同觀察者及光源的相對行動是沒相關的。

安斯坦引力定律是建築在電磁學上，他從前用加里里亞力學實驗來說明聲光磁電，他現在用了魯倫子(C. Lerents)的電磁實驗來解說聲光力學。天經地義的牛頓定律已經腹背受敵。他的學說是根據了阿拉果(Arago)李斯皮基(Respighi)赫克(Hoek)克特勒(Ketter)馬斯加(Mascart)諾爾得邁牙(Nordmeyer)威爾蓀(Wilson)羅蘭德(Rowland)費左(Fizau)樂琴(Röntgen)愛亨瓦兒德(Eicherwald)摩黎(M rley)邁克爾孫(Michelson)特羅頓

(Trouton)諸伯耳(Noble)諸大科學家的實驗而來的。至於閔可夫斯奇(Minkowski)在一九〇九年所創的四元解析法把空間合而爲一，安斯坦的新定律借重的地方實在不少。他有三個預言行星繞日軌道的差異及光綫過引力場時的彎弓已經在水星及前年的日食裏證實，所餘者不過從恒星到地球的色景(Spectrum)當向赤部移動還沒經世界學者的認可。他眞不愧是二十世紀的哥伯尼，他眞不愧是二十世紀的牛頓。美哉！德國的科學家！美哉！世界的安斯坦。

(註八)歐庭湯是最近英國的相對說學者。他在皇家天文台服務，是個皇家學會的會員。一千九百十九年，「英國日食的遠征」裏他是重要份子。當時同行的有寶孫(Frank Dyson)湯生(Joseph Thomson)等着名天文家。在南美北非奔波萬里，結果實驗出光在引力場時之彎曲確是一零七五秒。他的著作有空時與攝力等。我在「相對律上之物質觀與自然律」一篇裏，已介紹了一些。

(註九)牛頓(1642–1727)是英國空前的一個大數理學者，發明萬有引力微積分等，把自然界換了一付新面目。我實在沒有那一句話可以用來表現他成功的偉大，他眞是個超越一切的人。

(註十)斯賓塞(1820–1903)是近代一個大哲。在生物學心理學社會學上都有著作。他在學術界的影響很大，確也是個有數的學者。

# 讀都介爾之集合心理(續)

延陵

## 第三部　民族心與民族品格之發展

地上之人類同出於一源乎抑各出於一源乎？人類學者對此問題雖無一致之意見，然總以信仰同出於一源者爲多。今假設其果爲如此，則今日存在於世之諸民族何以乃各各不同？始同而終不同者何耶？使之不同者爲何種勢力耶？如果此理能明，則吾人可知往日進化之軌迹與將來進化之方向，且可盡一分之人力以操縱之，故此適言羣治者所不可不知之理法也。

都氏謂指導民族心之發展之勢力依人類進化之時期而不同。彼分此時期爲四：曰，有史以前之時期；歷史的時期；民族心之少年期；民族心之成人期。其於各期之中指導民族心之發展之勢力甚多，但本篇以限於篇幅，將依其重要之程度，定敘述之詳簡。

### (甲)有史以前之時期

都氏謂在此時期之中指導民族心之發展之勢力有二：一曰，自然的環境；二曰混種。自然的環境各地不同，故各地民族之心理乃隨以生變化，此自然的環境所操之勢力也。試言氣候。高溫與濕氣相合可以使人懶惰畏動；高溫與乾燥之空氣相合可以使人發憤努力，而却不能使之耐久；低溫可以使人能爲耐久之動作，然若與潮濕之空氣相合則又使其爲事遲緩。吾人如果漫遊各地，將見凡在氣候不同之國，盡爲性質不同之民族。故馬來人之懶惰乃因其居於熱而潮濕之地。亞拉伯人之性質乃乾燥而熱之氣候所賜。英人與荷蘭人之堅毅不撓而不敏捷乃又濕而冷之氣候所生也。又如英與法人之性質極端相反。英人富於獨立精神，法人則善於社交而愛人保護。往昔社會學者嘗求其故而不得，然若以自然的環境釋之，則殊易易。蓋今日法國大半之人與歷史上之(Gaul)人種同源，乃在有史以前自歐亞之間之草原沿多腦河流域而西者。

此河之流域北為卡樸西嶓山與波海米亞之山所繞，南為巴爾幹山脈與亞爾帕斯山所圍，其間則一片水草，易於畜牧。故法國民族之祖先，居於此河流域之時，其所營者，乃一種游牧生活。其所有之制度，則為一種父權的共產制度。一家之人同處於父權之下，共同作工，共同享其所獲，且共理其一家之事務。但如此之制度最不宜於個性之發展；在如此制度之下，無私有之財產，無個人的權利，義務與責任；並無利於個人單獨活動之機會。迨此種制度推行既久，故其人民之善社交樂保護，而缺獨立精神也乃成為第二天性矣。然直接產生此種性質者雖為其民族之社會組織，而推本窮源，則由於自然的環境。蓋因其地富於水草，而後每個家族始能各養一羣之牛馬；因牧養之事難於獨作，而後一家之人始有共同作工之必要；因游牧之家必須常擇水草之地而居，故於家畜以外始不能有固定之財產。故法國民族之特性，乃自然的環境所生也。至於今日之英格蘭人，其血管中一大部分之血乃傳自上古由斯坎丁那維亞（那威瑞典地）北來之『北人』(Northmen)。『北人』亦由歐亞之間之草原西來，正於法國民族之始祖相同。西來之後，散處於波羅的海沿岸，而以在斯坎丁那維亞半島者為最多。此半島之形勢乃由一條荒山突起而成。山嶺高處正當半島之中央，由此分東西兩面傾斜而下，勢甚陡峭。但以沿岸港灣甚多，且有駿流經過其間，故海邊產魚甚多，斯坎丁那維亞之人自古即駕小舟徬徨於大海之中。然單獨之漁業終不能維持生活，故其民乃不能不兼事耕種。而可耕之田祇在山脚一帶，且又為山脈遮斷，不相連續，故耕種之民止能一家居於一處生子稍長即須出外自營生活，蓋狹窄之地不能容多人也。此種制度自與法國始祖之制度絕對不同，而能培養獨立之精神。但其後人口增多，有限之天產不能維持生活，弱壯之人遂不得不向海外謀生。彼等東至於俄，西至於英，南至於西班牙與意大利，所至之處皆須以少數人之力征服土著而宰制之，且於此奠家而立業。凡此均足見『北人』獨立精神之强，而致之使然者則為斯坎丁那維亞半島之山與島邊之水。此言英人獨立之精神乃自然的環境所生也。

此外事例甚多，但皆為社會學者所常言，茲姑略之，而言較為重要之混種之事。

混種即異種通婚之謂。混種之事所以能影響民族之心理與品格者，以混合種之天稟多與父母之種（以下略言母種）

不同之故。混種之事利於人羣之進化乎，易詞言之，混合種之天禀優於母種乎，劣於母種乎，學者對於此點，意見迄未一致。但以晚近生物學者之研究，已有一定律可言：卽通婚之兩異種如其族性相差甚遠，則所生之混合種劣於母種；如其相差不遠，則所生之混合種優於母種也。因此故膚色不同之異種結婚結果甚劣，膚色相同之異族結婚結果甚優，而尤以同出於一支之兩族分歧未甚遠者結果爲最優焉。

南美嘗有白黑人種通婚之事，所生之人恒劣於母種，否則亦劣於白種。北美之白種紅種所生之人名曰(Mulattoes)。結果正於南美之混合種相同。高加索之白人曾與黃種通婚，印度亦爲黃白混種之地，爪哇之土人亦嘗與荷蘭之人結親，所生之子女無不劣於母種焉。此種劣點表現於兩方面：第一身體之不強固；第二心理之不和諧。此種混合種之身體多弱於母種，既無抵抗疾病之力，又無濃厚之生殖力，故其種不能久存。所謂心理之不和，乃因父母之禀賦相差本遠，而此種相差甚遠之禀賦乃並存於混合種之身，故其心中乃常有不同之傾向互相衝突。凡相差甚遠之異種結婚，兒女之才德皆不及父母者，職此由也。

至於相差不遠之異種結婚，結果所以恒良者亦復有故。第一，乃因此種混合種之身體强於母種；第二，乃因其常有新式之禀賦與較大之可變性。因其可變性較大，故更能求合於環境而不泥古守舊。因其常有新異之禀賦，故此種人中甚多英雄俊傑。統而言之，此種人既能產生偉大之思想，又能吸收他種人之思想制度而同化之，是以其文明之進步必較他種爲速也。

或謂世界文化最盛之地，卽異種接觸最繁之地。如此之地要當首推歐，亞，非三洲之交點，而白種之三支初次相遇亦卽在此一帶。

「且吾人又可比較三個文化發源之地而言之，—卽歐洲，印度，與中國。中國之人乃一比較的甚爲純粹之人種，而佔甚大之區域者。雖其文化發軔甚早，而人民之禀賦亦優，然其文化則久已停滯不進。或者因其血種泰純也。印度之歷史所

以非常奇異者，乃因其各地之人均由相差甚遠之三族（白，黃，黑）混種而成；因其母種相差甚遠，故其人民不能有繼續不斷之進步矣。反之在歐羅巴，混種之事亦嘗繼續不息，然相混和者皆白種之支派，即稟賦相差不遠之異族也。」P. 244

中國文化之停滯不進，社會學者生物學者多謂其由於血種之柔純，而都介爾氏則尤言之至再至三。茲吾特彙譯於下，以貢讀者之參考：

彼於第一部論造成民族心之條件之時，以族心之一致爲最要。但又言一致過度之民族，其民族心反不能發達。而其所舉之例，即爲中國。P. 121

造成民族心之第二條件爲一族之英雄。而英雄最多之國即爲相差不遠之異族混種最繁之國。而都氏於彼章之結論，則曰：『吾人於此可知中國文明停滯最早之一大原因。族性之一致與純粹使中國之制度堅强，耐久。然而其堅强，耐久，乃以造成大才大智之可變性換來，乃以人民推進國家文化之好稟賦換來。』P. 141

彼於第三部第二百八十頁又云『相差不遠之異族結婚，可使其所生之混合種有較大之可變性。凡族性極其一致之民族，其可變性必小。其人民之稟賦必極相似，而在同一平面之上；如是則其民族必乃一極守舊而無進步之民族也。而中國即爲極好之例。』

## （乙）歷史的時期

混種有合法不合法之分，故其所生之種乃因以判强弱。雖混種之事至今猶爲民族心理變化之一原因，然在有史以前，知識與禮教兩缺之時，混種之事最繁，故其變化民族心理之勢力亦最大焉。由上所言，有史以前指導民族心發達之方向者爲自然的環境與混種二事。今降而論歷史的時期，指導之者又爲何事耶？都介爾曰乃代替(Substitution)與羣擇(Social Selection)二事。蓋亦能變化一族之稟賦者。此二事甚難詮詁，今姑以例始。

今日世界之文明無不導源於希臘，凡科學，藝術，宗教，哲理，皆由希臘之學者倡其端，故人類學者謂世界人種稟賦之優無

有能過於此區區小半島中之人者。雖然，今日之希臘則大於古昔相反；昔日之希臘如燦爛之花，今日之希臘則如已滅之燭。此中因緣，學者嘗求其故而不得。至於今乃由顱骨之比較而得之。蓋今代之希臘人頭圓而膚亦稍黑，乃 Homo Alpinus 一種，古代之希臘人頭長而膚甚白，乃 Homo Europaeus 種人。是以希臘之名雖未變而實則已由他種之人代替原種之人而佔其位置矣。

古代希臘半島土著之人爲 Pelasgian 一種，其後有 Nordic 人種北來而征服之。Nordic 人種卽膚白頭長之優秀之種，今既征服希臘土民而統治之，自然佔據貴族之地位；而希臘史上有名之人物，則皆由此貴族階級所出也。但其後希臘各邦，鬥爭不息：結果並非戰敗之邦完全勦滅，而所死者則大半爲統治階級中之青年。戰爭影響之鉅，要以斯巴達與雅典之戰爲最。斯巴達人民本少，自經此戰，貴族階級益日以減，遂不得不允許非斯巴達人入其國籍。其在他邦，戰爭之結果亦復相同，又有殖民之事，將無數優秀之民遷往海外。而在雅典與其他數邦，又有特別之流徙制度 (Ostricism) 將無數聰明睿智之士驅逐於外。歷史家嘗言有兩三邦之人民，有三分之二以上被逐於外者。凡此皆使希臘優秀之人種逐漸減少者也。

而以希臘之智慧發達之故，其宗教信仰又日以墜落。希臘之宗教本尚死後之祭祀而以多子爲貴者。至是則人人溺於驕侈，多子之家遂至不能自給。又以奴隸所作之手工品泰多，工作之人勞苦多而報酬少，故希臘之人乃日陷於窮困，所傳之後裔乃較前愈少。生率既減，各邦乃爭攫他國之人與已經釋放之奴隸入籍，以保持其邦之地位。此又希臘人種變易之大原因也。

但暗中變易其血種之勢力，至此猶活動而未已。希臘之隸於羅馬也，千百萬人被賣作奴。其有學問之希臘人則播遷而至羅馬，以教讀爲生。此事雖有功於文藝之復興，而希臘則蒙無上之損失。其後又有戈斯人 (Goths) 斯拉夫人之殺戮焚掠，又有土耳其人之殺其民而滅其國，於是希臘貴族之後裔至是乃幾幾乎盡。至於今日之希臘人民，則大半爲斯拉夫種，則亦何怪乎希臘今昔之不同耶？

希臘血種之變易大半由於異種之侵入。然亦有並無自外侵入之異種，而其族性亦自然變化者，是則一羣之行為與制度使之。在種族複雜之羣中，一羣之行為與制度能使某種之生殖蕃多，某種稀少。而在族性一致之羣之中，其行為與制度又能使具有某種稟賦之人生殖蕃多，某種稟賦之人生殖稀少。凡此均為其羣之人所不能預料，乃莫之為而為之，正與天擇之作用相同，故學者名此種作用曰羣擇，蓋其羣不自覺而為之選擇也。利於其羣之選擇曰積極的羣擇，不利者曰消極的羣擇。而自古以來之羣擇以消極的為多，今即言消極者。

試以西班牙為例。西班牙在十六世紀之時，其光輝直與羅馬相等，然其後則黯淡銷沉直至於今。所以然之故，優生學始祖葛爾登(Galton)與胡依埃(Fouillie)兩人謂其由於無偉大的天才之人賡續而出。而其所以不能產生偉大之人才，則因十六世紀左右數百年間，有消極的羣擇，幾於將其所有稟賦優異之人物淘汰盡也。施行此消極之天擇者第一即為教會。當時教會中人多獨身不娶，而在教會中執事之人又莫非才智優異之人，此其一也。且教會之中又有所謂 Inquisition 之刑罰，將所有聰明才智與具有獨立精神堅強意志之人置於死刑，此其二也。次於教會則為殖民事業。自新世界發現之後，西班牙之人思金如狂，凡有大志之人無不思往美洲致富，一至於美，非與土著之紅人混種，即與輸入之黑種結婚，於是西班牙原有之優秀人種又失其半。迨却而士第五崛起，戰爭無有寧日，豪傑之士盡化蟲沙，於是西班牙優異之人種於焉以盡。此其於十六世紀以還所以一蹶不振也。

都氏謂由西班牙之事觀之，可知民族之行為與制度可以影響其族性，尤可知其興衰乃繫於少數豪傑之士而不繫於多數平庸之羣衆。且吾人既知羣擇之利害，則又不得不盡人力引導積極的羣擇而遏消極的，此社會學與優生學之所以有用也。

都氏既述西班牙之事，乃進而論現代文明社會以內之羣擇之為消極抑為積極。

最重要之羣擇莫如經濟的選擇。在機器事業初興之時，世人對於自然界之富源忽有甚大的操縱權。故當時才智超人之徒，均能致富。富則樂有子息，故當時之經濟的選擇乃積極的羣擇也。至於今，其勢適得其反。所以然之故有三：(一)

則因人口增多而自然之富源有限；往日競爭於經濟場中者止有白種而今則有色人種亦參與其間且奢侈之程度又復增高，往日人所以爲奢侈品者今乃視爲生活之所必需。有此種種，故社會階級上層之人均以贍養家族爲苦而不樂有子息。（二）則因人類仁厚之情操加深，對於貧弱無告之人均不忍其凍餒以死。夫羸弱者死，則惟强者得以傳種，此天擇之所以利於適化也。今以慈善事業增多之故，羣衆之功用乃適於天擇相反。（三）則因上層階級之人智慧既深，爲羣之心乃不及爲己之心。人人願生前之安樂而不暇問其羣將來之事，故不樂多生子息，以增負擔。有此種種，上層階級之人乃累代而減少。但上下層階級之間有此順流將下層之智士推遞而上，尤有逆流將上層墮落之人壓抑而下。由是以言，凡一民族中俊異之士均由下層其所以不至於竭盡者，祇以下層才智之士常常升至上層耳。既有下層之接濟，上層階級之減削似不足爲憂。但上下層階級之間有此順流將下層之智士推遞而上，尤有逆流將上層墮落之人壓抑而下。由是以言，凡一民族中俊異之士均由下層而上，一至上層，則漸漸濾篩而去，而下層既非俊異之材不竭之源泉，且有上層之廢物下墜而壞其質，然則千百年後此種民族之文明其能免於停滯乎？然而此正今日各文明國之普通現象也。

又有城市之選擇，亦使稟賦優者傳種不多。蓋惟資質平庸之人乃能蟄伏於鄉間，至於有天賦之才能者則無不思至城市以自顯。然一至城市，則無不爲奢華之生活所迷，結局非直接減削其人之生殖力，即使其人狃於個人之安樂而不樂有子息。故城市選擇之作用，一言以蔽之，乃將優異之人材吸至城市，既至城市乃漸漸減削其生殖也。

又有性欲之選擇亦有相似之影響。上古以體魄與才智最優之人最易於成婚，故天稟愈優者愈易於傳種，此則有利之天擇也。而今之羣擇乃又相反。自婦女解放之說起而不嫁之女子多屬智識階級上層之人。此豈非消極之羣擇哉？

又有軍事之選擇，政治之選擇，宗教之選擇，上文論述希臘與西班牙之事時已約略言之，而其結果則無不相同。軍隊吸收才智之士，既來則置之於死。教會亦然，既來則享之以刀，以火。政治亦然，非加以政治犯之名而驅之海外，即炫以金錢之富而追之爲殖民家。是以曠觀近代史上之事，無一非使族性退化者。長此以往，人類社會之文明必有停滯而倒退之一日。今其病徵如是，研究羣治之人其將何以善其後乎！

（丙）　民族心之少年期與成人期

都氏所謂少年期指文明發生之初時，成人期則指近代與現在。少年期中啟發文明之條件甚多，其最要者當推文化較高之民族之征服低等民族。蓋近代之文明莫非人類好問之精神所生，而高級民族之征服低等民族則最足以啟發人類好問之心。所以然之故有三：

第一：最古之社會未有奴隸，人民所日夕孜孜從事者莫非一身衣食之事。凡衣食不豐則無賸餘之能力以推求眞理，此初民社會之所以無進步也。迨有文化較高之民族征服低等之民族而宰制之，則被征服者所處之地位必與奴隸相同；彼等必須工作以養在上之貴族，此在上之貴族即新來之異族也。彼等既無須爲衣食勞苦，乃有餘暇從事於學術，而文明乃於以萌芽。

第二：兩族之混和使兩族舊有之信仰與教條均失其勢力。當一人單與同族之人接觸之時，其族之儀法甚足規模各人之行動而有餘。至是則兩族舊有之風尚，均不能與新生之環境適合，於是乃生一疑問曰：『果誰族之信仰與教條優乎？』由是而人民乃知有討論與試驗，乃知將其思想驗諸實際。此皆好問之精神所由生也。

第三：兩族相處必有混種之事。倘使其族性相差不遠，則才智之士必接踵而起。此乃上文所已述者，茲不復贅。凡此三事，均生於異種之相征服，故異種之相爭乃最初文明之主動力也。

除此以外，最足以啟發文明者則爲適宜之自然的環境。自然的環境在有史以前可以變化民族之族性，然其作用並非至此即止，而實時時與文化有關，特人類管束自然之能力昔弱而今强，故自然的環境對於人類之影響亦不如往昔之大耳。

希臘文化之發生有兩原因。古時希臘之土著爲 Pelasgian 種人，其後有 Nordic 種人北來征服土著而統治之，於是希臘始開文明之花。然此固不但由於異族之相征服，而與其自然的環境亦大有關。其地氣候和平，水木明瑟，故人民善思而好美，不爲自然之勢力所懾，且敢進而制之。其沿海港灣繁多，交通便利，且又處於歐亞非三洲之交，故能吸收外族之文明

而同化之。其內部山脈紛歧，將區區一小半島之地分成無數之小邦，故各邦團結堅強，由其相互之衝突與競爭而各邦內部之文化乃愈以進步焉。

希臘之文明乃少年期之文明，今日之文明則成人期之文明也。今日之文明與往日之文明不同。使之不同者又爲何耶？

都氏謂造成以前之文明與進步者非屬自然的勢力即屬各個民族不自覺之行爲。而造成今日之文明者，則爲人類自覺之行爲，此自覺之行爲，卽爲社會之組織。

往日之文明以羣之利益爲主而個人則不過從屬之品。故往時之社會遵古訓，重宗教，而嚴階級之別；其所希冀者統一所壓制自由。今日之社會則統一與自由並重。故自由二字乃今昔社會組織之所由分也。

吾人須知人類之文明實起於人類自利心。此自利心卽各人爲己與子孫向上求高之欲望，與其對於落至下層階級之恐懼。古代社會，階級之分甚嚴，且其職守亦幾於世襲。貴族世世貴族也，奴隸世世奴隸也，其餘農，商，僧侶之階級，子若孫之所守，亦無不與父祖相同。如是則在下位者雖有異材亦不肯從事於學問藝術之事，以其勞而無益也；在上位者亦然，以其無勞心之必要也。迨階級制度既除而異材有以表現，人人思用其稟賦以自顯，遂間接造成今日之文明。故『制度之自由，足以解放人類之能力。』

又往日之社會既以總體之幸福爲最重，故內則立階級制度以謀內部之團結，而外則嚴族界，種界，以自別於他族。於是凡異羣之人皆視如仇敵，無仁義，友讓之可言。此羣與羣之爭所以不息也。在如此社會組織之下，僅僅爲欲保持其羣之故，內則啟階級之爭，外則啟一羣與他羣之爭，內外相爭不息，所以遂無餘力啟發文明。及至社會之組織變更，內則各種階級皆幾於平等，不復互相仇視，卽在外而異種異族異國之人之相視，其態度亦變爲緩和。此時在內所成就者爲自由，在外所成就者爲容忍。但羣與羣互相容忍，並非不相競爭，特變競爭成爲新式耳。舊式之競爭爲戰鬥，殺戮，新式之競爭則爲各羣各國之人各以其制度，學術，文藝，求勝。惟因人類之精力盡聚於此途，故人類之文明遂蒸蒸日上而不退。由是言之，今日之文明

成於人類能力之解放，而解放之者，在一羣以內則爲自由，在羣與羣之間則爲容忍；故造成今日之文明者謂爲自由與容忍可也。

但自由與容忍又何自而生？都氏則謂用於同情範圍之擴張。初民但知一家之人愛其同類，稍進則愛其族，再進則愛其種，更進則愛凡天下之人。同情之範圍既大，故階級與階級不相爭而相讓，國與國不相爭而相讓。吾人於奴隸則要求解放，於勞工則要求善良之待遇，於孤獨無告之人則與之以敎養，竟至對於不同類之牲畜亦特定法令禁止虐待，凡此皆爲文明社會之中最爲光明之制度，但何一非成於吾人同情範圍之擴張乎？

同情範圍擴大又由於吾人同類意識之擴大。語云「非我族類，其心必異。」吾人以爲不同類之人一切與我不同，不肯善視之。初民之所以止知有家而不知有其族，其種，與世界者，亦卽以其但知其家之人一切思想情感與彼相同，不知其外之人亦復如是也。逮彼知其仇敵之感喜怒哀樂與能懷怨而知恩，正與自己相同，則其仇視之心亦漸減矣。

至於同類意識之擴大，則又由於人類頻繁之接觸。頻繁之接觸乃莫之爲而爲之蓋人類生存於地面之時日既久，則其互相接觸自由難而易由少而多。但頻繁之接觸雖成於天演而在近代則亦有人力致之是卽便利之交通也。

## (丁) 結論

都氏之書雖名爲集合心理，而其第三部所言則全爲社會哲學矣。惟彼固未忘其本旨是可由其書之結論知之，特其結論所言，復甚短耳。

由上所述人類社會往日之進化，非由於自然勢力，卽由於人羣不自覺之行爲。此種人類之集合心理，正與最愚蒙之個人心理相似，最愚蒙之個人心理，其活動也非由於外界偶來之刺激，卽由於內心偶起之衝動。如此之個人心理與集合心理皆無考慮與有意之欲望可言，蓋屬於最下等者也。

及至成人期之文明，則非起於自然勢力與人羣不自覺之動作，而起於社會組織之變更。成人期中社會組織之變更乃

社會自覺之行爲。故在此時期之中，人類社會之集合心理已漸漸向上進化矣。但此才達進化之途而尚未臻其極。極其進化之集合心理，須使社會本身能自操縱其行爲，須使以前影響社會進化之勢力均受社會本身之號令；須使社會之命運得由社會隨意定之。譬如自然的環境嘗分判人羣之文野也，進化之社會卽須能剷除不良之自然環境而利用其良者；譬如混種之事嘗變更人羣之族性也，文明之社會卽須能利用有益之混種而避其無益者；又如代替與羣擇嘗決定一羣之隆替也，吾人亦須能隨意抑揚以便於向上之發展。而吾人之爲此種種又非但由少數示意，多數盲從。吾人須使人人自知有其羣焉，須使此羣有自愛之情焉。凡羣既有自覺與自愛之情，卽有有意之欲望與眞正之集合生活，於是如此之集合心理乃卽第一第二兩部所描寫之最高等之集合心理矣。個人之品格繫於其心理之發展，民族之品格亦繫於民族心之發展。故此書自始至終所論者集合心理耳，第三部之所言，不過描寫民族心以前之未曾發展，暗示以後之當如何發展耳。（完）

百里

# 一得錄

近來有許多怪想，隨便寫來作備忘錄。

## 一　杜威羅素同「致遠」「定遠」的聯想

現代成功的兩個大哲學家同從前失敗的兩個軍艦來併作一談，未免有些擬不以倫。但是從中國眼光看來有聯想的價值和必要

「致遠」「定遠」，是三十年前東洋海面上獨一的鐵甲船。軍國時代的兩朵鮮花。咳！那知道花枝折下來插在沒有水的瓶裏根也不生果也不結不到幾天就萎縮了沉的沉虜的虜

杜威羅素是現在中國學閥界唯一的權威者，文化時代的兩棵大樹，他能不能在中國人心田裏生些根結些果還是我們現在死活的關頭。

一本教育學，同一本航海術有什麼區別？一本政治理想同一尊十二吋大砲有什麼區別？要活用才行哩！

我們不一定要杜威羅素的學問，我們要他做學問的方法我們不一定要學他的做學問的方法，我們要學他的做學問的人格態度

我們還要墾田用肥料培植他留下來這一點種子

日本人來請羅素，我看他們羨慕的樣子懇切希望的情形我未免有些得意可是驀地裏醒來就是毛骨悚然的一身冷汗！

## 二　聖經同糟粕

有人說孔子的學說現在行不通用不着了，我說豈但孔子的。從釋迦耶穌到馬克思克魯泡特金凡前人所論斷的件件都可以當糟粕看可是我們要從這臭腐的糟粕裏找出些神奇來這就是前人求學的態度和方法

所以成名的哲學家往往費他生涯的大部分研究古時一個著名學者的學說，借着那物質的論斷可以承受他精神的暗示得了這件法寶那就可以出入人天成立他自己的學說

## 三　思想同物質

歷史上看來有一事最爲奇怪，思想是含有活動性的可是最容易固定物質是含有固定性的可是最容易變動極强固的大家族制度是三四千年前農業殖民的最大成功的工具（就是多妻制也恐怕是當時事實上的必要）可是環境的物質逐代變動，到現在已失其本形，而思想仍舊是繼繼承承沒有改變。

從自鳴鐘起到摩托卡，西洋的機器一件一件的進來，連製造機器的機器現在也不過兩個月可以運到。可是那製造思想的機器我們想用二十年的苦工恐怕成不成還成問題這到底是什麼道理呢？

# 烏托邦叢談(續)

大泉譯

## 利古爾古斯傳(普魯答克)

柏拉圖之後三百年，有個羅馬的哲學家名叫西采洛，也做了一部書名叫「共和國」(Republica)，一仿柏拉圖的「理想國」」不過末尾「斯奇比阿的夢」恰好比擬柏拉圖所做「愛爾的故事」的倒比他更爲有趣。論全書也就不過如此罷了。自從西采洛之後又是半個世紀，普魯答克做出了一部「英雄傳」世上便有這篇利古爾古斯的傳，雖說是篇傳記，却是借着傳記洋洋灑灑寫出了作者的滿腹經綸。(普魯答克做這英雄傳乃是第一世紀末葉的時候)

利古爾古斯究竟是什麼時代的人，衆說紛紛，世無定論。大概正當希臘氏族時代的共產制度漸漸廢弛國政紛亂的時代。要是在中國，就彷彿周公的井田；要是在日本，就彷彿是大化的革新。總之是個敢決果斷的英雄，做成了復古大業的豪傑。照普魯答克說來好似和詩家和美洛斯是同一時代的。

* * * * *

利古爾古斯乃是斯巴達的王族。這斯巴達歷代的國王，誤了朝政，就把國家陷入於紛亂地步。到利古爾古斯的父親做國王，就讓臣下給弑了，於是長子卜利特克多(Polydectos)承繼王位，却不多時又夭折了。其時王妃正懷着身。這天資英明的利古爾古斯負着衆望暫行攝政。王妃心懷邪念挑誘利古爾古斯，意思要想生下王子，便把來殺死，請利古爾古斯來正了王位。誰知利古爾古斯却窺破了王妃的陰謀，暗地囑附王妃近侍叫他們候着王子一生下來，便加意保護。王妃的哥哥列翁尼特(Leonydes)從旁看去，非但不明內情，且疑及利古爾古斯的野心，往往忍不住冷言毒語的指罵利古爾古斯。利古爾古斯心不耐煩，就棄去攝政之位，飄然出國去了。一行登陸就到了克利答(Grete)，於是和和美洛斯諸人交遊，頗多人物，旋又從亞細亞遊到埃及，利皮亞(Libia)以至西班牙，遍考各國政體之得失。

無如那時斯巴達本國政治愈加紛亂，設法要把這利古爾古斯召回故土，疊次派遣使者，敦請還朝，情無可忍，便回了本國。當時就定下決心，要把國政大加改革一番。利古爾古斯想醫家療病，貴乎根本治療，總要把致病之根本原因斬除了，方行。於是逐漸勸導自己親近的幾個貴族，造出了多數的同志。如此候着，一見機會到來，便選了恰巧一點的三十人，披着武裝，一日天方黎明，突然闖進了斯巴達的市場。國王加利勞斯（Charilaus）當做王叔造反，愕然失色，隨即蒙塵於加爾奇歐克（Chalcioecus）（案原字意思是個銅殿）後來聽說他們這番舉動的意思，却非常滿足於國政之改革，甚爲贊成。國王原來不是昏君，此時就將萬機一任王叔利古爾古斯，也甚覺放心，撒手改革，發揮他的手段。

（一）元老制度　利古爾古斯施行種種新制，要把斯巴達做成了理想的國家，其中第一重要的便是元老制度。柏拉圖說過，國王的權力愈强大，就有涉於專制之虞，所以把國王同等的威權分給元老，以牽掣國王的橫暴。自來的國政，不是流於專制主義，就是陷於民主主義，總有偏於極端的弊病。設立了這元老制度的結果，倒恰如船的底艙裏面裝實以貨物似的。居於二者之間，正做了維持平衡的方便，二十八位元老如遇民勢過於跋扈的時候，就幫助國王抑裁人民；若遇國王涉於專擅的時候，就扶持民意阻遏國王。

元老的定額何以定成二十八人呢？照亞里士多德之說，最初的定額是三十人，其中有二人辭不敢受職，所以成了二十八人。照斯斐爾斯之說，原來就是二十八人的定額。然而據我（普魯答克）看起來，當時國王就有二人，合上這二十八人的元老，不剛巧是三十人嗎？

這種元老聚會並沒有特別的議院，因爲徒然把議院造得很莊麗，陳設些彫刻繪畫，做得象戲園子似的，倒於議事有害而無益。元老會議的時候，也許普通人民參列，但是只許對於國王或元老提出來的議案發表贊否的意見，不許自己提出議案。如果人民有蔑視國法的行動，元老就可以解散議會，這一解散，就非到明年不能再開了。

（二）土地國有　第二就是土地的公有。這件事比了制定元老還要來得果斷。當時貧富的懸殊太甚，人民大概失其

土地，財富集中於少數人因此人民老是不平心。利古爾古斯就決心要把這弊害從根本上一掃淨盡，勸告有土地的人，叫他拋棄了土地平分於人民。這財產平分了的結果，要想高出人家一頭地的就非得涵養德性，鍛鍊才能不可，此外更沒有勝過他人的方法了。全國的土地分成了三萬九千分。九千分給了市中的人民，三萬分給了市民的住民。講到土地劃分的分數，還有一三異說，想是後來也屢經變更了的。一區地上的出產，大概糧食是男子一石四斗女子一石二斗的比例，此外還有葡萄呀油類的相當出產。利古爾古斯很獎勵勤儉尚武，所以這點收穫就很够了。採用了這個方法之後有一天利古爾古斯從旅行回來看見田地井井，五穀穰穰，欣然微笑告訴旁邊人說：『啊！臘公尼亞（Laconia）人因這新定的土地制度，你看多麼幸福呀！』

（三）貨幣廢止　其次想要一切動產都禁止私有，無如這麼一來，人民就沒法處分自己的收穫了。所以另設一法，先把金銀貨幣廢止，凡有貨幣都用鐵來鑄，價值又做得很低，叫人家不容易有巨額的款項，譬如要貯藏十塊錢，就得堆起一間屋子的鐵錢；來要收十塊錢的賬，就得用牛車一輛來載他。這麼一辦的結果，種種惡行都絕了跡，偷人家的錢也偷不了許多，偷少了又辦不了什麼事情。鐵的錢要起銹的；要不讓他起銹，得浸在醋裏。在外國，這斯巴達的鐵錢格外看不起眼，大家都不要他，不肯做買賣。所以外國的無用物奢侈品都不輸進斯巴達來了。把東西賣給外國，罷賣出來的錢在斯巴達是不通用的，所以國內的東西也不輸出去了。於是詭辯派，賣卜人，娼妓，錢莊，這種東西都沒有了，奢侈是完全廢止了，所製造的不過是牀鋪桌椅等等有用的東西。無用的生產一概廢絕，專做有用的物品，因此技術進步非常。

（四）共同吃飯　並且以為吃飯等類也不可以奢侈，就不許在自己家裏吃飯，設備公共的食堂，人民都得到公共食堂吃飯。

這不單是為要除却奢侈羨慾，並且經費也低廉，於健康上也有益處，可是初定這個制度的時候，富人都不願和窮人同桌吃，一樣的飯，大家以為這樣是有錢的好處一些都沒有了，大不以利古爾古斯的辦法為然。有一天，許多人團結起來拋石來打利古爾古斯，利古爾古斯就抱着頭逃了出來，到得半路，忽然又來了一個青年名叫亞干特魯（Alcanderus）拿起棍子就打，打

得利古爾古斯雙眼流血，滿面淋漓。這一打倒把羣衆的同情打了起來，大家把亞于特魯捉住了來，向利古爾古斯謝罪，利古爾古斯一些也不動氣，就饒恕了衆人，把亞于特魯倒招呼來做自己的近侍。這青年就從此日夜私淑利古爾古斯，觀察他的舉動行爲，感於其人之寬厚勤勉，有一天告訴一個詩人說，『利古爾古斯往往爲人誤解，以爲是個高慢苛刻的人，殊不知天下再也沒有這樣溫厚篤實的人了。』

這個公共吃飯的事情，在斯巴達要利底亞（Philitia）字義就是「愛的餐」，是「親密」的意思。這種吃飯的方法，一個桌子上大概坐十五六個人，各人每月拿出糧食二斗，葡萄酒二斗，乾酪五斤，無花果二斤半，肉價若干錢來，如果遇見果子新出的時候，或者獲得鹿肉的時候，須要貢獻一部分出來的。其餘就惟有打獵的時候，纔特許在自己家裏吃飯。這個規則嚴格的厲行甚久。曾經有一個國王叫做亞提斯的遠征雅典，打了勝仗，凱旋回來，想和王妃一同吃一回飯，請求特許不到公共食堂，那管飯的官不肯許可，國王大不高興，第二天就沒有在神前供養凱旋的供物，因此國王還受了管飯官的罰呢。

有人要到公共食桌上來吃飯，需得會員大家都贊成方可。譬如有個人要新加入來的時候，侍役就頭上頂一個盤子走來，會員各人把個麪包投在盤裏，如果盤裏有了壓扁的麪包，那怕就是一片也就不能加入了。

(五)尚武教育　利古爾古斯的法律都是不文律，他排斥成文的律。他的意思要國民不待法律的強制，眞正體會到法律的精神，又特忌奢侈，崇尚質素，譬如大門呀天花板都不過是斧頭劈出來的粗糙材料，不許用鉋子鉋過，所以後來斯巴達有個國王叫做利沃提基達（Leodicydas）的應哥杜多（Colinthe）國王的招請，看見飯廳的天花板柱子都有華麗的彫刻，覺得非常新奇，問道：『此地生出這樣的樹來嗎？』

斯巴達女男都受一樣的教育。女孩子也練習武術和賽跑角力投環投槍等等體育運動。並且要他對於男子不感覺什麼叫做怕羞，所以處女也和青年一樣裸體而闊步於通衢大道。祭禮的時候，在青年男子的面前，也叫處女一同裸體跳舞。在戰場做過卑怯行爲的武士，這時候就得受處女的嘲笑舉動。然而婦人的裸體跳舞，並不是醜事，一切都極其謹愼，一些也

不涉猥褻的，倒是很清淡高潔，令人得一種極神聖的感覺。

自然處女的裸體跳舞自然而然會刺戟起青年對於結婚的慾望來。 柏拉圖批評說，少女的裸體跳舞會挑發青年的戀情，有如數理之當然，百不失一的。 不過在斯巴達對於獨身者，通常課以特別負擔，一意獎勵男女的結婚。 其有故意守獨身的，就不得看少女的裸體跳舞，並且必須在大冷天裸着身體，口唱鄙詈獨身的歌詞，遊行市中。

男子要想結婚，就得用一種腕力把新娘掠奪得來，然後有做媒的婦人來把這新婦的頭髮一齊剪平，給他穿上男子的服裝，黑闇裏敷下枕席，讓他睡在裏面。 凡是男女的會合絕對秘密。 新郎好似絲毫無事的依舊在共同飯桌上吃了晚飯，這天晚上就特為不飲酒，佯為無事的潛進新婦寢室，一會兒就回到自己房裏，依然同平時一樣和多數的青年同其起居。 所以生了好幾個兒女，還是沒有白天見過夫人面貌的多有，可是夫婦愛情却因此非常濃厚而强烈。 利古爾古斯並且恐怕一個男子獨占一個女子，就有嫉妬通姦等等的惡德，特以自己的妻借給優秀的男子，求得優秀的種子，作為名譽的事情。 老人以少女為妻，就許別選年壯男子給他的妻，以求健全的種子。 或是見他人有優秀之妻，也可以告借得來和自己出子。 在利古爾古斯下的意見，子女不是父母所有，乃是國家的所有，所以凡為求卜善良的子女，必竭力謀其便利。 在利古爾古斯看起來，別國都知注意牛馬怎樣可得良種，而於人種之改良却一些不知注意，把婦人關在一室裏面，倒實在是滑稽得很，愚策了。 却是在斯巴達從來沒有什麼通姦的罪惡。 有個斯巴達人叫做格拉達斯 (Geladas) 有一天在外國，有人問他斯巴達的國法對於通姦是怎樣處罰的，他答道『在斯巴達要是犯了姦情，得罰一個長頭頸的牝牛給被害的人，這牛頸之長要從泰格多(Taygetus) 山上伸下來，伸到歐洛多斯 (Eurotus) 河裏飲水。』『那裏有這麼長頭頸的牛呢?』『所以斯巴達沒有犯姦的。』

夫婦之間生下來的子女，不得任父母隨意處置，須由政府的官吏檢查。 健全的嬰兒就登錄於簿籍；病弱的嬰兒就拋棄在雅博惠泰(Apothetae)的空谷藏滅了去。 幼兒的保育亦極其嚴格。 小兒到了七歲就聚多數小兒為一班，把其中一人為大將。 小兒的一切教育，不得任父母的自由。 小兒多得服從這「大將」的命令行動。 讀書之類，不過眞正數一些些必不可

少的，完全以體育武育爲本位。十二歲以後的少年，不許着襯衣，一年不過給一件外衣。晚上三四個一班，都睡在叢草的褥子上，這叢草取來時，決不用刀刃。那前途有望的少年，若得年老名士的寵愛，可以跟他。老人終年在運動場和少年議論議論，比賽些氣力，以爲少年的教育。少年一概不與他食物，少年自己得偷盜他自己的食物，可是被人看見他偷盜食物，却要非常的鞭撻，鞭撻之後，還要課以斷食的罰規。因爲這樣魯鈍是不行的。所以他們窺伺機會，眼射四方，等人睡了或見人疏忽，就覓到田裏，地裏，店裏，偷盜食物果品。有一天，一個少年偷了一隻小狐狸，藏在衣內，小狐狸急了，爪牙齊放，把少年肚腹搔破了，這少年忍着不做聲，一直到大腸都抓了出來，登時斃命，還沒有暴露出來。

所有的斯巴達少年，都是天眞爛漫而剛健有爲的，說話都是直截簡明的，就是說句頑笑話也決不多說費話。有個人聽見人勸他去聽有名的假裝鶯啼，他便答道：『我聽見過眞的鶯啼。』又有個少年人家要送他一隻善鬭至死不倦的鷄，答道：『會死的鷄我不要，給我個不死的罷！』有個人問特瑪拉多(Demaratus)說，斯巴達最善的人是誰，屢問不已，就答道：『總不是象你這樣的人。』

詩歌音樂也都豪爽，老年和青年和少年分組，合奏時先由老年引聲唱道，『我們曩時年少，亦勇亦强，』青年組接着『我們壯年，現在正是，』少年組又接着『我們亦然，馬上就是。』

以上是利古爾古斯在斯巴達果斷施行的新制大略。如今斯巴達人民已經沒有貪欲貧困，各人都沒有無用之財產，所必需者，都由政府供給。他們的功夫都用在歌舞遊獵，運動會談。三十歲以下的人，不許到市場買東西，就是三十歲以下的人，也以時常到市場爲羞恥。然而他們却並不是一味嚴格，却很獎勵善謔。總而言之，利古爾古斯使人民盡拋棄其個人的利害，和國家同其休戚。有一會斯巴達召募三百人的決死隊，那時有個名叫伯達勒德(Pedaretea)的沒有當選，就說是斯巴達有了比自己還要優勝的人，不止三百，這就是個證據，所以就滿面喜色的回家去了。又有卜利克拉氐達(Polycratidas)被派爲使節到波斯去，問他資格，答道：『如果不辱命，就是公共的資格，如果失敗，就是個人的資格。』

元老議員最初是利古爾古斯指派的，後來每有缺額，以六十歲以上的人補充。然而要當這選，非最善良最聰明不可，所以被推做元老議員乃是天下無上的光榮。競爭得此乃是光榮的競爭。選舉的方法，先召集人民，次召集候補的人，關在別一個屋子裏，不能和人民見面。準備定當，按着抽籤號碼，一個一個挨次叫出來，經過羣衆面前，羣衆就舉聲歡呼。所受歡聲最大的，就當選爲議員。新選議員頭戴花冠，大家排着隊伍，送他各處去拜神，周遊市中，議員的親戚朋友捧着食膳，說道：『致獻立食祝福閣下之光榮』但是議員不受，仍舊到公共飯堂吃飯，不過這時的飯特別，一人雙分，議員吃一分，仍把一分剩下，馬上就有親近的婦人聚集到公會食堂來，便招呼其中最尊敬的一婦人，把剩下的一分食物送他，這婦人也就歡容滿面受了回家。

柏拉圖也說過上帝創造天地的時候，萬物開始活動，上帝看了心中不勝歡喜。利古爾古斯現在看見種種新制都已就緒，很合於國民的精神，很便於國民的風俗，他也感覺創造的歡喜，深爲滿足。但是他的第二個希望，總想把這制度傳於萬世之後。於是召集人民，嚴告他們說：『如今萬事已經整頓，國家的幸福也立定了，可是還有一件極要緊的事情，所以我現在要去特爾斐（Delphoi）神殿祈求神託。』一面並囑附元老等，他歸國以前，叫他們發誓，決不稍稍變更他的制度。然後出發向特爾斐去了。

他奉獻犧牲於神前，問神是否他制定的政法果然有幸於民沒有？「阿卜洛」（Apollo）的託宣道：『你的新政很美善，人民遵守必享幸福。』他得到這個託宣，就寫下來寄到斯巴達去，一面放下心，就決計捨其一命。那時他還很矍鑠，五體還很健全，然而自棄性命，乃國家萬年的利益，想到這裏，却以爲爲了斯巴達而死，正是很可喜的。就從那一天絕了食，從容而死了。於是利古爾古斯的希望，果然不虛。斯巴達的人民，等着利古爾古斯歸國，毫沒有變更他的法度，因此五百年間國勢隆隆，稱希臘第一强國。

無如亞奇斯（Agis）王治下的時候，來山特將軍（Lysander）征服四方諸國，虜獲許多的金銀，其結果，斯巴達多年習於勤儉質素，忽然貪慾奢侈的惡德勃興。利古爾古斯的法度也就破壞了。原來利古爾古斯的目的，並不要斯巴達振揚威武，征服四方，意思在謀己國之安寧。他的意見，以爲國家的福祉，和個人的幸福，是一樣在乎修德，使人民和合，他的政法誠然是審

良的，所以柏拉圖也把他當模範。柏拉圖還不過議論罷了，利古爾古斯却實行了的。他不是空論家，乃是實際家。斯巴達規規矩矩行他政法的時候，情形極爲高潔，倒不象一國民的政治，倒是一賢哲的淨行。所以斯巴達的政法，不能傳至萬世，五百年就亡了；實在不是利古爾古斯的罪，實在後世子孫忘了利古爾古斯的素志，趁着國威的隆盛，濫動無用之干戈征服四方的罪。利古爾古斯死在克利答，生前懇託朋友，叫等自己死後把屍骸燒了，把灰盡行抛入海中，決計不要把遺骨送回斯巴達去。因爲恐怕遺骨送回斯巴達，人民就當作利古爾古斯回了國，破棄誓約，改變政治。斯巴達的立法者，利古爾古斯的言行，大略就是如此。

# 列寧之電氣事業

自俄歸者皆言列寧方經營一極大發電廠，吾獨以爲此事之成否，蓋不僅於廣義派之成敗有至深切之關係，亦於世界之經濟勞働有絕大之影響也。

姑勿論資本制度之罪惡也，卽爲理想的共產制度，而目下之所謂都市工業，蓋斷斷不能謂之爲黃金世界。此種弊惡蓋原因於蒸汽機之集中性，而都市與農村之利害乃絕然若二大壘，而幸福趣味亦有絕然相反者。或爲農業之工業化，或爲工業之農業化，此其機括，惟有賴於電氣事業之進行。蓋電力之特長在能輸送於遠距離，利在分散不在集中，極端與蒸汽力相反，而足以救其弊者也。必有藉乎此，而多數派勁敵之農民乃能工業化而適於共產制。有藉乎此而後共產主義之主人翁之工人，乃能自然化，不至終其身爲機械之奴隸，而精神創造之歡喜，與夫體魄自然之發達，乃能極其致，未來之理想世界，盡在斯乎。

# 外埠函購圖書章程

甲　凡承採購圖書可就本局圖書目錄或大張書目英文圖書目錄內查看價目

乙　目錄內已註明對折外其餘亦均有折扣但須以書之種類及購數之多少而定

丙　寄書郵費照原書定價加一成寄下（郵局以五分起碼信局以一角起碼）如有餘多當即寄還倘有不足亦當找補如防信件遺失須由郵局掛號每件加費五分

丁　購書款項由郵局或信局匯下皆極妥便

戊　郵局及信局匯兌不通處可用郵票代價惟須作九五折算（即郵票百分作實洋九角五分）以一角者為限一角以上者不收其污損及揭不開者不收外國郵票不收信內附寄郵票封面不必寫明最好用堅固信封嚴密封好掛號寄下以免中途偷拆等弊如寄到後或有被人偷竊等事敝局止能知照郵局追究不能認賠

己　如欲將紙幣逕寄本局者可向該地郵務局購買特備之信封將鈔票封入信內外蓋用火漆印寄數每封以一千元為限每元納費洋一分如在十元以內亦須納洋一角仍另納郵費及掛號費其紙幣總發行所以上海通行者為限分局以當地通行者為限否則不收幣價均照當地市面計算

庚　諸君如須圖書收到後方能付款者當地郵局如可代收貨價請即函告並將書名開示敝局當將各書寄交該處郵局託其代收書價收到後即行交書同時並發函知照收書人請一面付價一面收書惟照此辦法須先照寄書價一成作為寄書郵費

辛　現在各省及繁要地方敝局均設有分局其無分局地方亦均委託各書坊代為經售諸君欲購敝局圖書自以在當地各分局及書坊購買為便其無分局及書坊之處可照上列丁戊己庚各條辦理

上海中華書局謹啟

（甲60）

民國十年四月十五日出版

改造

編輯者　北京新學會
發行者　中華書局
印刷者　上海靜安寺路一九二號　中華書局
總發行所　上海棋盤街　中華書局
分發行所　各省中華書局

定價表　費須先惠

| 冊數 | 一冊 | 半年六冊 | 全年十二冊 |
|---|---|---|---|
| 定價 | 二角五分 | 一元三角 | 二元五角 |
| 郵費 本國 | 二分 | 一角二分 | 二角四分 |
| 郵費 日本 | 二分 | 一角二分 | 二角四分 |
| 郵費 外國 | 八分 | 四角八分 | 九角六分 |

廣告

| 等第 | 地位 | 一期 | 三期 | 半年 | 全年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 特等 | 一面 | 四十元 | 一百十元 | 二百元 | 三百八十元 |
| 上等 | 一面 | 廿六元 | 七十元 | 一百卅元 | 二百五十元 |
| 普通 | 一面 | 二十元 | 五十五元 | 一百元 | 一百九十元 |
| 普通 | 半面 | 十二元 | 三十元 | 五十五元 | 一百元 |

特等（底頁外面）上等（封底面裏頁及論前）其餘為普通

中華書局出版

學生必用

# 中英德法字典

**德華字典** 精裝一冊 五元

書為馬君武先生編通用之詞應有盡有譯解詳確符號明晰習德文者手此一編可以事半功倍

**英華雙解法文辭典** 布面一冊 二元

本書選字二萬餘凡發音重音文法類別科學名詞以及應用新字無不完備注音用英文注音法文法標註採法國最新字典例為從來法華字典所無

**實用大字典** 精裝一冊 三元六角

本書供普通檢閱之用政學商界無不切實應用

**中華中字典** 精裝一冊 三元

本書以中華大字典為藍本編制完備檢查便利附有插圖以資參證

**審定新式學生字典** 洋裝四角 本裝三角

書供國民學校高等小學之用經部審定認為適用之字書

**國音新字典** 一冊 三角

九年十二月教育部正式頒布國音從前刊的字典有錯誤的有遺漏的都改正了改正共有五百多字這部新字典就照教育部公布改正的國音編的學習國音國語的人應該各備一本可以有正確的標準了

**國音普通字典** 一冊 四角

本書選字約五千左右足敷普通之用註解明晰每字之下有國音有音切檢查極便利

**新式理化辭典**

凡理化上名詞術語無不完備圖表詳明尤適應用

**袖珍英華雙解字典** 精裝一冊 一元

本編凡通用之字縮寫之文無不完備英漢雙解明白易解

**新式英華雙解詞典** 精裝一冊 三元六角

**新式英華詞典** 精裝一冊 二元

右二種以韋白司德大字典為藍本字數約四萬釋義明晰極適應用

**袖珍新式英華學生字典** 精裝一冊 七角五分

應用之字應有盡有釋義精確簡而不繁